

**Г.І. ПОДПРЯТОВ, В.І. РОЖКО, Л.Ф. СКАЛЕЦЬКА**

# **ТЕХНОЛОГІЯ ЗБЕРІГАННЯ ТА ПЕРЕРОБКИ ПРОДУКЦІЇ РОСЛИННИЦТВА**

**ПІДРУЧНИК**

**Рекомендовано Міністерством освіти і науки України як підручник для студентів аграрних вищих навчальних закладів I-II рівнів акредитації зі спеціальностей 5.09010103 “Виробництво і переробка продукції рослинництва” та 5.09010102 “Організація і технологія ведення фермерського господарства”**

**Київ  
Аграрна освіта  
2014**

---

---

УДК 631.56(075.8)  
ББК 30.609:41/42я73  
П 44

*Гриф надано Міністерством  
освіти і науки, молоді та спорту  
України (лист №1/11-19110 від  
12.12.2012 р.)*

Р е ц е н з е н т и :

**Танчик С.П.**, доктор с.-г. наук, член-кореспондент НААН України, завідувач кафедри землеробства і гербології Національного університету біоресурсів і природокористування України;

**Малинка Л.В.**, кандидат с.-г. наук, завідувач відділення “Агрономія” Відокремленого підрозділу Національного університету біоресурсів і природокористування України “Немішаївський агротехнічний коледж”;

**Будна М.М., Кіянко Л.С.**, викладачі Буцацького коледжу Подільського державного аграрно-технічного університету;

**Томашевська Л.М.**, викладач Борщівського агротехнічного коледжу;

**Костюченко М.І.**, викладач Кам’янець-Подільського коледжу Подільського державного аграрно-технічного університету

**Подпратов Г.І., Рожко В.І., Скалецька Л.Ф.** Технологія зберігання та переробки продукції рослинництва: підручник. – К. : Аграрна освіта, 2014. – 393 с.

ISBN 978-966-2007-85-5

Подано характеристики різних видів продукції рослинництва як об’єктів зберігання. Описано способи післязбиральної обробки, режими і способи зберігання, технології переробки зернових мас, капусти, цибулі, плодів, зелених та коренеплідних овочів, плодоягідної продукції, картоплі, олійних культур, цукрових буряків, льону-довгунця, хмелю, тютюну і махорки. Викладено основи технологій приготування і зберігання комбікормів, штучно зневоднених кормів та кормів рослинного походження.

Підручник рекомендований для студентів аграрних вищих навчальних закладів I-II рівнів акредитації зі спеціальностей 5.09010103 “Виробництво і переробка продукції рослинництва” та 5.09010102 “Організація і технологія ведення фермерського господарства”.

ISBN 978-966-2007-85-5

© Г.І.Подпратов, В.І.Рожко, Л.Ф.Скалецька, Національний університет біоресурсів і природокористування України, 2014

---

---

## ЗМІСТ

Вступ.....	7
<b>РОЗДІЛ 1. ЗАГАЛЬНІ ПРИНЦИПИ ЗБЕРІГАННЯ І ПЕРЕРОБКИ ПРОДУКЦІЇ РОСЛИННИЦТВА.....</b>	<b>14</b>
1.1. Фактори, що обумовлюють якість і збереженість продукції.....	14
1.2. Наукові принципи зберігання продуктів.....	22
<b>РОЗДІЛ 2. ТЕХНОЛОГІЯ ПІСЛЯЗБИРАЛЬНОЇ ОБРОБКИ ЗЕРНОВИХ МАС ТА ПІДГОТОВКА ЇХ ДО ЗБЕРІГАННЯ.....</b>	<b>34</b>
2.1. Характеристика зернових мас як об'єктів зберігання.....	34
2.1.1. Хімічний склад основного компонента зернових мас.....	35
2.1.2. Характеристика інших компонентів зернових мас.....	37
2.1.3. Загальні показники якості партій зерна і насіння різних культур продовольчого, фуражного і технічного призначення.....	42
2.1.4. Показники якості партій зерна та насіння окремих культур і певного цільового призначення.....	51
2.2. Фізичні та фізіологічні властивості зернових мас.....	59
2.2.1. Фізичні властивості зернових мас.....	59
2.2.2. Фізіологічні властивості зернових мас.....	65
2.3. Очищення зерна.....	76
2.3.1. Технологія очищення зерна.....	78
2.3.2. Характеристика поточних технологічних ліній очищення зерна.....	83
2.4. Сушіння зерна.....	87
2.4.1. Технологія теплового сушіння.....	90
2.4.2. Камерні зерносушарки.....	90
2.4.3. Технологічні особливості шахтних зерносушарок.....	91
2.4.4. Технологічні особливості барабанних зерносушарок.....	94
2.4.5. Можливості використання рециркуляційних зерносушарок... ..	96
2.4.6. Особливості післязбиральної доробки та сушіння зерна окремих культур.....	97
2.5. Вентилювання зернових мас.....	104
2.5.1. Типи установок для активного вентилявання зерна.....	106
2.5.2. Технологія і режими активного вентилявання.....	110
<b>РОЗДІЛ 3. РЕЖИМИ І СПОСОБИ ЗБЕРІГАННЯ ЗЕРНОВИХ МАС.....</b>	<b>117</b>
3.1. Зберігання зерна і насіння в сухому стані.....	117
3.2. Зберігання зернових мас в охолодженому стані.....	119
3.3. Зберігання зернових мас без доступу повітря.....	121
3.4. Хімічне консервування зернових мас.....	122
3.5. Основні вимоги до конструкцій зерносховищ.....	130
3.6. Особливості зберігання зерна окремих культур.....	134
3.7. Підготовка зерносховищ до приймання зерна нового врожаю.....	143

<b>РОЗДІЛ 4. ОСНОВИ ПЕРЕРОБКИ ЗЕРНОВИХ ТА ОЛІЙНИХ КУЛЬТУР</b> .....	147
4.1. Виробництво борошна.....	147
4.2. Технологія переробки зерна на крупи.....	157
4.3. Виробництво хліба.....	165
4.4. Виробництво макаронів.....	176
4.5. Технологія переробки олійних культур.....	183
4.6. Основи виробництва біопалива.....	192

<b>РОЗДІЛ 5. ЗАГАЛЬНІ ВЛАСТИВОСТІ ПЛОДІВ, ОВОЧІВ І КАРТОПЛІ ЯК ОБ'ЄКТІВ ЗБЕРІГАННЯ ТА ПЕРЕРОБКИ</b> .....	202
5.1. Морфологічні і фізіологічні особливості об'єктів зберігання.....	202
5.2. Процеси, які відбуваються у масі плодоовочевої продукції під час зберігання.....	209

<b>РОЗДІЛ 6. РЕЖИМИ ТА СПОСОБИ ЗБЕРІГАННЯ ВРОЖАЮ ПЛОДІВ І ОВОЧІВ</b> .....	215
6.1. Характеристика режимів зберігання.....	215
6.2. Способи зберігання плодоовочевої продукції.....	218
6.3. Технологічні особливості простих сховищ – бургтів і траншей.....	220
6.4. Характеристика стаціонарних сховищ.....	226
6.5. Характеристика сховищ-холодильників.....	229
6.6. Сховища-холодильники з регульованим чи модифікованим газовим середовищем.....	230
6.7. Підготовка сховищ до сезону зберігання.....	233

<b>РОЗДІЛ 7. ОСОБЛИВОСТІ ПІСЛЯЗБИРАЛЬНОЇ ДОРОБКИ І ЗБЕРІГАННЯ ПЛОДООВОЧЕВОЇ ПРОДУКЦІЇ</b> .....	238
7.1. Післязбиральна доробка та зберігання коренеплідних овочів.....	238
7.1.1. Вплив умов вирощування на лежкість столових коренеплодів.....	238
7.1.2. Зберігання коренеплодів моркви.....	240
7.1.3. Зберігання столових буряків.....	242
7.1.4. Зберігання коренеплодів інших овочевих культур.....	243
7.1.5. Хвороби коренеплодів під час зберігання.....	243
7.2. Зберігання головок капусти.....	244
7.2.1. Характеристика головок капусти як об'єкта зберігання.....	245
7.2.2. Збирання і зберігання капусти.....	245
7.3. Зберігання плодів цибулі та часнику.....	249
7.3.1. Збирання і післязбиральна доробка цибулевих овочів.....	250
7.3.2. Особливості зберігання цибулі і часнику різного цільового призначення.....	251
7.4. Зберігання плодових і зеленних овочів.....	256
7.4.1. Зберігання плодових овочів.....	256
7.4.2. Зберігання листових овочів і пучкової продукції.....	258

7.5. Післязбиральна доробка та зберігання садовини.....	259
7.5.1. Вплив факторів вирощування на якість плодів.....	260
7.5.2. Збирання і товарна доробка плодів саду.....	262
7.5.3. Властивості плодів і садовини як об'єктів зберігання.....	265
7.5.4. Хвороби плодів під час зберігання.....	269
7.5.5. Зберігання плодів винограду.....	271
7.5.6. Зберігання плодів ягідних культур.....	272
7.5.7. Облік продукції, закладеної на зберігання.....	273

## **РОЗДІЛ 8. ОСНОВИ ПЕРЕРОБКИ ОВОЧІВ, ПЛОДІВ ТА**

<b>ВИНОГРАДУ</b> .....	276
8.1. Особливості плодовоовочевої сировини як об'єкта переробки.....	277
8.2. Класифікація способів переробки.....	278
8.2.1. Мікробіологічні способи консервування.....	279
8.2.2. Фізичні способи консервування.....	284
8.2.3. Хімічне консервування.....	296
8.2.4. Консервування цукром.....	299
8.3. Технологія консервування.....	302
8.3.1. Підготовка сировини до консервування.....	302
8.3.2. Теплова обробка сировини.....	305
8.3.3. Характеристика процесів подрібнення сировини.....	310
8.3.4. Характеристика окремих процесів виробництва соку.....	313
8.3.5. Тара і підготовка її до консервування.....	319
8.3.6. Характеристика спецій для консервування.....	322
8.4. Особливості переробки винограду.....	324
8.4.1. Приймання та первинна переробка винограду.....	324
8.4.2. Технологія консервування виноградної сировини.....	326
8.4.3. Обробка винограду для виноробства.....	327
8.5. Контроль виробництва і зберігання консервованої продукції.....	329

## **РОЗДІЛ 9. ПІСЛЯЗБИРАЛЬНА ДОРОБКА, ЗБЕРІГАННЯ ТА**

<b>ПЕРЕРОБКА БУЛЬБ КАРТОПЛІ</b> .....	332
9.1. Післязбиральна доробка і зберігання бульб картоплі.....	332
9.1.1. Вплив факторів вирощування на якість бульб.....	333
9.1.2. Збирання і післязбиральна доробка бульб.....	334
9.1.3. Характеристика бульб картоплі як об'єкта зберігання.....	335
9.1.4. Диференційований режим зберігання бульб.....	338
9.1.5. Способи зберігання бульб картоплі різного цільового призначення.....	341
9.2. Переробка бульб картоплі.....	343
9.2.1. Виготовлення хрусткої картоплі (чіпсів).....	344
9.2.2. Виробництво крохмалю.....	346
9.2.3. Виробництво спирту.....	348

<b>РОЗДІЛ 10. ЗБЕРІГАННЯ ТА ПЕРЕРОБКА КОРЕНЕПЛОДІВ ЦУКРОВИХ БУРЯКІВ.....</b>		<b>354</b>
10.1. Зберігання коренеплодів цукрових буряків.....		2543
		54
10.1.1. З історії розвитку цукробурякового виробництва.....		2535
		44
10.1.2. Особливості хімічного складу коренеплодів та зміни його під час зберігання.....		355
10.1.3. Способи зберігання коренеплодів цукрових буряків у свіжому вигляді.....		359
10.2. Основи технології переробки цукрових буряків.....		362
<b>РОЗДІЛ 11. ТЕХНОЛОГІЯ ЗБИРАННЯ, ЗБЕРІГАННЯ ТА ПЕРВИННОЇ ОБРОБКИ ЛЬОНУ-ДОВГУНЦЮ.....</b>		<b>368</b>
<b>РОЗДІЛ 12. ТЕХНОЛОГІЯ ЗБИРАННЯ, ПІСЛЯЗБИРАЛЬНА ДОРОБКА ТА ЗБЕРІГАННЯ ШИШОК ХМЕЛЮ.....</b>		<b>372</b>
<b>РОЗДІЛ 13. ЗБИРАННЯ, ПІСЛЯЗБИРАЛЬНА ДОРОБКА І ЗБЕРІГАННЯ ТЮТЮНУ ТА МАХОРКИ.....</b>		<b>377</b>
<b>ДОДАТКИ</b>		<b>383</b>
Список рекомендованої літератури.....		391

---

---

## ВСТУП

Серед ресурсів життєзабезпечення суспільства продовольство посідає найголовніше місце. Україна є провідним виробником продовольства у світі навіть в умовах технологічного відставання галузі. Проте подальший розвиток аграрної сфери вимагає від держави розробки й впровадження продуманої стратегії модернізації аграрного виробництва.

Агропромисловий комплекс, що виробляє сільськогосподарську сировину та продукти харчування, є гарантом продовольчої безпеки країни. Однією з нагальних потреб аграрної галузі є забезпечення зростання виробництва рослинницької продукції та підвищення конкурентоспроможності вітчизняних аграрних підприємств, що неможливо без державного регулювання та економічної підтримки сільського господарства. Останніми роками система державної підтримки сільського господарства України зазнала суттєвих змін, пов'язаних зі вступом України до Світової організації торгівлі.

За даними Рахункової палати України, протягом останніх 10 років державна підтримка вітчизняних сільськогосподарських товаровиробників зросла майже у чотири рази і досягла близько 6 млрд грн, тоді як країнами Євросоюзу на підтримку сільського господарства витрачено більше 70 млрд євро.

Нині агропромисловий комплекс перебуває у досить складному становищі, його потенціал використовується не повністю: вирощування багатьох видів сільськогосподарських культур стало нерентабельним, скорочуються робочі місця, підвищується неплатоспроможність сільськогосподарських товаровиробників, знижуються обсяги виробництва, наростає структурний дисбаланс в експорті продукції сільського господарства у бік сировини, невідповідність сільськогосподарської продукції міжнародним стандартам якості та безпеки.

Створюється сучасна галузь виробництва, яка повинна забезпечити населення харчовими продуктами. Важливим напрямом організації виробничої діяльності у сфері нарощування продуктів харчування й збільшення випуску сировини для переробної галузі має стати широке застосування виробничої кооперації та вертикальної інтеграції, формування високотехнологічних професійних холдингових об'єднань і корпоративних структур. Завдяки цим заходам населення країни буде забезпечене сезонною продукцією. Крім речовин, що забезпечують енергетичну потребу (жири, білки, вуглеводи), вченими доведено, що для нормального функціонування організму людини необхідно одержувати близько 600 речовин, які називають нутрієнтами. До них належать: вітаміни, мікро- та макроелементи, амінокислоти, особливо незамінні, органічні кислоти, фітокомпоненти, харчові волокна. На сільськогосподарській сировині працюють багато галузей промисловості: на 100 % – борошномельна і круп'яна; більш як на 90 % –

---

---

цукрова, спиртова, крохмале-патокова, хлібопекарська, макаронна, пивоварна; більш як на 70 % – комбікормова. Використовується ця сировина у лакофарбовій, фармацевтичній, парфумерній, миловарній, авіаційній промисловості. Зберігається вона або у безпосереднього виробника, або в системі заготівель, де здійснюються переробка деяких її видів та реалізація.

Все це повинна забезпечити рослинницька галузь. Псування рослинної сировини під час зберігання протягом тривалого часу не дає змоги використати потенціал одержаного врожаю повною мірою, оскільки більша частина його втрачається. Деякі види продукції можуть швидко псуватися. Тому одним з головних завдань аграрного виробника є не лише вирощення, а й доведення продукції до певних кондицій та організація вчасної її доставки на пункти системи заготівель, а також забезпечення збереження якості тієї частини, яка лишається у виробника. Від цього насамперед залежать реалізація глобального завдання АПК щодо поліпшення якості сільськогосподарської продукції, зниження її втрат під час післязбиральної обробки та зберігання.

Отже, галузі, що займаються зберіганням та переробкою сільськогосподарської продукції, відіграють провідну роль у забезпеченні населення продуктами харчування, а також в організації експорту зерна, цукру, плодів, овочів, традиційним виробником яких є Україна.

Безпосередньо у місцях вирощування більш як 50 % загального обсягу продукції рослинництва лишається для зберігання та переробки. Тому підтримання відповідної матеріально-технічної бази є питанням нагальним та повсякденним.

Система ринкових відносин і самофінансування висуває серйозні вимоги до рівня професійної підготовки кадрів. Сучасний фахівець у галузі АПК – це не тільки носій певної кількості знань. Він повинен уміти активно, самостійно і творчо діяти в різних виробничих ситуаціях, приймати рішення і нести відповідальність за їх наслідки. Саме вмінням приймати відповідні рішення з необхідним ступенем ризику визначається рівень його кваліфікації.

Для ефективного функціонування галузі зберігання та переробки продуктів рослинництва сьогодні для фахівця дуже важливим є вміння економічно виважено вирішувати питання організації цивілізованих відносин між виробником і споживачем – переробними заводами, торговельними організаціями, підприємствами із зберігання сільськогосподарської продукції: зерна, овочів, картоплі, плодів, сировини для технічної переробки (цукрових буряків, соняшнику, хмелю, льону, тютюну тощо).

Знання закономірностей, які відбуваються в об'єктах зберігання чи переробки, дають можливість застосовувати науково обґрунтовану систему заходів для забезпечення кількісного і якісного їх зберігання. Такі знання майбутній фахівець отримує, засвоївши тему “Зберігання та переробка продукції рослинництва”. Вона охоплює широке коло питань, вивчення яких допоможе майбутнім фахівцям активно добиватися підвищення якості



---

---

рослинницької продукції, ефективно запобігати втратам у масі і зниженню якості цієї продукції під час післязбиральної обробки, зберігання та переробки.

Основною метою вивчення дисципліни є формування фахівців зі знанням повного процесу виробництва продукції рослинництва, яке не завершується збиранням, а потребує продовження – технології післязбиральної доробки, зберігання, переробки та транспортування продукції. За умови сезонного виробництва лише якісне збереження і переробка продукції забезпечують цілорічне харчування людині, тваринництву – корми, галузям переробної промисловості – сировину.

В умовах ринкової економіки та міжнародної торгівлі успіх окремих підприємств та галузей економіки на зовнішньому і внутрішньому ринках повністю залежить від того, наскільки їх продукція або послуги відповідають стандартам якості. Тому проблема забезпечення та підвищення якості продукції актуальна для всіх країн і підприємств. Від її вирішення в значній мірі залежить успіх і ефективність національної економіки. При цьому необхідно враховувати те, що підвищення якості продукції – завдання довгострокове і безперервне. Рівень якості продукції не може бути постійною величиною. Вироби залишаються технічно прогресивними, зручними, красивими, модними до тих пір, доки їм на зміну не прийдуть нові, ще більш досконалі, що обумовлено науково-технічним прогресом в науці і техніці. Але на кожному часовому етапі якість продукції повинна бути оптимальною, тобто такою, що максимально задовольняє потреби споживачів за відносно мінімальних затрат на її досягнення.

З розвитком науково-технічного прогресу проблема якості не спрощується, а навпаки, стає складнішою. Тому вирішувати її традиційними методами, тобто лише шляхом контролю якості готової продукції, практично неможливо. Повинен бути комплексний, системний підхід, реалізація якого можлива лише в рамках системи управління якістю. Відомий американський спеціаліст Едвард Демінг ще в 1950 р. писав, що на 85% вирішення проблеми якості залежить не від людей, а від системи управління якістю.

Значну роль в підвищенні якості продукції відіграють стандарти, які є організаційно-технічною основою систем якості. На перших порах мала місце практика внесення в контракти вимог до систем якості, що доповнювали вимоги до продукції, а також до перевірки систем якості на підприємстві у виробника. Для регулювання процесу перевірки систем якості в ряді країн (США, Канада, Великобританія та інших) були створені національні стандарти, що встановлюють вимоги до систем якості, а в 1987 р. Міжнародною організацією із стандартизації ISO були розроблені і впроваджені міжнародні стандарти серії 9000, доповнені в подальшому стандартами серії 10000, які сконцентрували досвід управління якістю, нагромаджений в різних країнах, і в багатьох із них були запроваджені як національні.

---

---

## ЗАВДАННЯ КУРСУ

Курс “Зберігання та переробка продукції рослинництва” охоплює широке коло питань, вивчення яких допоможе майбутнім фахівцям активно добиватися підвищення якості рослинницької продукції, ефективно запобігати втратам у масі і зниженню якості цієї продукції під час післязбиральної обробки, зберігання та переробки.

Основною метою вивчення дисципліни є формування фахівців зі знанням повного процесу виробництва продукції рослинництва, яке не завершується збиранням, а потребує продовження – технології післязбиральної доробки, зберігання, переробки та транспортування продукції. За умови сезонного виробництва лише якісне збереження і переробка продукції забезпечують цілорічне харчування людині, тваринництву – корми, галузям переробної промисловості – сировину.

Таким чином, головним завданням фахівців є створення достатньої кількості продовольчих товарів високої якості за рахунок заготівлі їх, насамперед від вітчизняного товаровиробника, і збереження якості в процесі тривалого зберігання і на всьому шляху товаропросування.

*Історія розвитку галузі, курсу і науки.* За останні кілька десятиріч років галузь зберігання і переробки продукції рослинництва пройшла складний шлях розвитку і вдосконалення.

Місткість зерносховищ на початок ХХ ст. в Україні становила близько 4 млн т, зокрема елеваторна – до 0,5 млн т. З 1924 р. почалося будівництво елеваторів, зерносховищ, місткість яких до 1932 р. збільшилась учетверо, а до 1941 р. – ще втричі. За роки війни в Україні зруйновано близько половини зерносховищ, які до 1955 р. були відбудовані. Багато сховищ побудовано за 1971–1975 роки. У цей період почали використовувати нове обладнання – великовагові автомобілерозвантажувачі, ваги, зерножолоби, стаціонарні механізовані засоби завантаження й розвантаження зерна, високопродуктивну пересувну техніку, зерночисні машини, лабораторне обладнання. Частка елеваторів у загальній кількості сховищ зросла до третини. За останні десятиріччя збудовано багато металевих елеваторів.

Нині ДАК “Хліб України” має потужності для зберігання 30 млн т зерна, що достатньо для обслуговування врожаю до 50 млн т зерна за рік. Сюди входять 305 елеваторів, з яких 173 – для приймання зерна і 132 – промислових. З них 24 елеватори мають потужність понад 100 тис. тонн, 54 – понад 50 тис. т, решта – від 45 тис. т і менше. В елеваторах розміщується понад 35 % зерна, решта зберігається в зерносховищах, з яких 93 % механізовані.

В ДАК “Хліб України” функціонує 1247 стаціонарних сушарок потужністю 48 637 т/год і 387 мобільних потужністю 2904 т/год, 2647 машин для очищення зерна, 731 – для обробки кукурудзи. Складів з устаткуванням для активної вентиляції 1673 загальною потужністю 5364 тис. т, 2844 вентиляційні установки, багато устаткування для зважування та розвантажування зерна.

---

---

Крім зерносховищ ДАК “Хліб України”, є склади й обладнання корпорацій, фірм і фермерів.

У дореволюційній Україні серед галузей харчової промисловості провідне місце займала борошномельна промисловість. За останні десятиріччя збудовано багато великих товарних млинів та хлібозаводів. Водночас втрачено дешеве кустарне виробництво борошна та хліба. Нині відновлюється практика хлібопекарень невеликої потужності, що сприяє кращому забезпеченню населення свіжим хлібом, а також значному зниженню транспортних витрат на вивезення зерна та завезення борошна і хліба.

На початок ХХІ ст. середньорічна продуктивність усіх зернопереробних підприємств становила 7,2 млн т борошна та 800 тис. т крупів. В Україні 195 борошномельних підприємств, з яких 30 в останні роки повністю реконструйовано. Функціонує багато міні-заводів загальною потужністю близько 2 млн т на рік.

Історія переробки зерна налічує тисячоліття, про що свідчать археологічні розкопки. Так, 6 – 8 тис. років тому існували оригінальні сховища для зерна. Вино та олію зберігали тривалий період у спеціальних амфорах. Кочові народи здавна використовували підземні сховища, поблизу яких дослідники знаходять тертки для зерна. З переходом до осілого способу життя люди будували сховища у спеціальних місцях, огороджуючи їх ровами та частоколами. Зерно зберігали також у бочках та у видовбаних у скелях ямах.

За феодального ладу селяни будували спеціальні комори для зберігання зерна. Для його помелу почали використовувати жорна. На території церков і монастирів зерно зберігали в підцерків'ях. Перші спроби зробити великі запаси зерна в Україні припадають на кінець ХV ст., коли виникла потреба заготовляти його для війська. В цей період у великих містах почали створювати житні двори, хлібні магазини. Зерно в зерносховищах щороку обновляли не менш як на третину, причому не свіжозібраним, а після тривалого його зберігання.

Організація зберігання хлібних запасів значно поліпшилась на початку ХVІІІ ст. Було створено Центральну державну управу – Провіантський приказ для забезпечення армії продовольством. Почався активний розвиток агрономічної науки. А. Т. Болотов започаткував видання перших сільськогосподарських журналів. У 1765 р. було засновано Вільне економічне товариство. Його члени запропонували проект першого елеватора, давали рекомендації щодо розміщення сховищ для зерна, тривалого його зберігання без доступу вологого повітря та використання для цього ям, щільно закритих товстим шаром негашеного вапна.

Провіантмейстер армії Б. Е. Енгельман розробив оригінальну конструкцію цегляного зерносховища силосного типу з 24 силосами шість сажнів заввишки та два сажні завширшки. Вже у ХVІІІ ст. був відомий принцип продування зернових мас повітрям за допомогою міхів. У 1816 р. набрали чинності затверджені генерал-фельдмаршалом Барклаєм де Толлі “Правила для продовольчих військ”, які встановлювали норми вологості, чистоти й запаху зерна. Суворе визначення якості зерна в конфліктних

---

---

випадках передбачало випікання хліба та приготування каш для встановлення придатності борошна і крупів для споживання. Було розроблено спосіб укладання зерна і борошна на зберігання та методику контролю за їх якістю. Встановлювались норми природних втрат при зберіганні зерна. Рекомендації ґрунтувались на результатах досліджень, які інтенсивно проводилися вже наприкінці XVIII – початку XIX ст. У виданому в 1825 р. підручнику “Земледельческая химия” його автор В. А. Павлов описав значення клейковини пшениці для якісних показників хліба. У книзі М.Щеглова “Хозяйственная ботаника” (1928) дається технологічна характеристика зерна злакових культур. На практиці застосовувались розробки вчених, зокрема видана у 1811 р. В. Левшиним праця “Полные наставления, на гидростатических правилах основанные, о построении мельниц – водяных, ветряных, приводимых горячими парами, на тягле скотом и людьми”.

Вільне економічне товариство неодноразово оголошувало конкурси на розробку найзручніших і найдешевших способів сушіння і зберігання зерна та іншої сільськогосподарської сировини. З 1867 р. член товариства І. Черноп’ятов видав “Руководство по сушению и хранению хлеба”, в якому виклав теорію й практику сушіння та зберігання зерна, борошна, крупів, описав конструкції сховищ, навів кошториси на їх будівництво.

Вчені багатьох країн займалися вивченням властивостей зернових мас, способів захисту зерна від псування. Серед вітчизняних розробок слід виділити фундаментальну працю П. Александрова “Опыт сельскохозяйственной технологии” (1853). Велику роботу з вивчення питань якості, зберігання, переробки зерна, технології переробки технічних культур проводив Д.І. Менделєєв. За його сприяння було здійснено переклад російською мовою дев’яти випусків “Технології” Вагнера (1862–1879), присвячених питанням переробки сільськогосподарської сировини. У Петровській землеробській академії та на сільськогосподарському факультеті Київського політехнічного інституту серед перших 15 дисциплін вивчалася “Технологія сільськогосподарська та лісова”, були організовані спеціальні кафедри. Частина питань технології, зокрема сушіння зерна, вивчалася у курсі “Вчення про землеробські машини та знаряддя” В. П. Горячкіна.

Реалізації багатьох цінних винаходів вітчизняних учених перешкоджала відсталість імперії. На хлібному ринку панував хаос, не було стимулів для підвищення якості зерна, елеватори часто пустували.

У розвиток курсу “Технології сільськогосподарських продуктів” великий внесок зробив Я. Я. Нікітінський. Ґрунтуючись на даних таких наук, як фізика, хімія, біологія, він поглибив основи наукових знань дисципліни, організовував численні наукові дослідження, велику увагу приділяв питанням використання відходів переробки сільськогосподарської продукції. Ще за часів Менделєєва вітчизняні вчені ставили питання про необхідність створення економічно вигідної переробної промисловості.

Технологія зберігання та переробки сільськогосподарської продукції як наука розвивалася також зусиллями науково-дослідних інститутів технологічного профілю. Так, у 1888 – 1889 рр. вийшло двотомне видання М. Тавил-

---

---

дарова “Химическая технология сельскохозяйственных продуктов”, яке містило детальний опис крохмального, бурякоцукрового, пивоварного та виноробного виробництв. П.О. Афанасьєв видав “Курс мукомольных мельниц”.

На початку ХХ ст. вийшло друком багато книг з технології сільськогосподарської продукції, зокрема П.О. Козьміна “Мукомольное производство”. В цей час почали створюватись перші спеціалізовані лабораторії з технологічного оцінювання сировини. В 30-х роках питання підвищення якості, зберігання та переробки сільськогосподарської продукції висвітлювали у своїх працях К.А.Тімірязєв, М.І.Вавилов, К.І. Дебу, П.П. Лук’яненко. Значний внесок у виявлення причин втрат зерна під час зберігання зробили О.І. Опарін, О.М. Бах, В.А. Кретович, Л.О. Трисвятський.

На сучасному етапі розвитку галузі провідну роль відіграють науководослідні інститути НААНУ, в яких розробляються ефективні способи зберігання і переробки сільськогосподарської продукції.

---

---

## РОЗДІЛ 1

# ЗАГАЛЬНІ ПРИНЦИПИ ЗБЕРІГАННЯ І ПЕРЕРОБКИ ПРОДУКЦІЇ РОСЛИННИЦТВА



### 1.1. Фактори, що обумовлюють якість і збереженість продукції

В умовах ринкових відносин якість забезпечується і гарантується підприємством.

В 60-70-і роки вважали, що для успіху виробника достатньо, щоб продукції було багато і вона була дешевою. В 80-і роки стало очевидним, що виникла конкурентія не цін, а якості: 80 % покупців приймали рішення про покупку, звертаючи увагу, в першу чергу, на якість продукції. Таким чином, конкурентоспроможною могла стати лише продукція, яка мала за інших рівних умов меншу виробничу собівартість і вищу якість.

На якість продукції впливає значна кількість факторів, які діють як самостійно, так і у взаємозв'язку між собою, як на окремих етапах життєвого циклу продукції, так і на кількох відразу. Всі фактори, які впливають на якість продукції, об'єднані в чотири групи: технічні, організаційні, економічні і суб'єктивні.

До технічних факторів належать: конструкція, схема послідовного зв'язку елементів, система резервування, схемні вирішення, технологія виготовлення, засоби технічного обслуговування і ремонту, технічний рівень бази проектування, виготовлення, експлуатації та інші.

До організаційних факторів належать: розподіл праці і спеціалізація, форми організації виробничих процесів, ритмічність виробництва, форми і методи контролю, порядок пред'явлення і здачі продукції, форми і способи транспортування, зберігання, експлуатації (споживання), технічного обслуговування, ремонту та інші.

Організаційним факторам, на жаль, ще не приділяється стільки уваги, скільки технічним, тому дуже часто добре спроектовані і виготовлені вироби в результаті поганої організації виробництва, транспортування, експлуатації і ремонту достроково втрачають свою високу якість.

---

---

До економічних факторів належать: ціна, собівартість, форми і рівень зарплати, рівень затрат на технічне обслуговування і ремонт, ступінь підвищення продуктивності суспільної праці та інше.

Економічні фактори особливо важливі на етапі переходу до ринкової економіки, їм одночасно властиві контрольні-аналітичні і стимулюючі властивості. До перших відносять такі, що дозволяють виміряти: затрати праці, засобів, матеріалів на досягнення і забезпечення певного рівня якості виробів. Дія стимулюючих факторів приводить як до підвищення рівня якості, так і до його зниження. Найбільш стимулюючими факторами є ціна і зарплата. Правильно організоване ціноутворення стимулює підвищення якості. При цьому ціна повинна покривати всі витрати підприємства на заходи з підвищення якості і забезпечувати необхідний рівень рентабельності. В той же час вироби з більш високою ціною повинні бути високої якості.

В забезпеченні якості значну роль відіграє людина з її професійною підготовкою, фізіологічними і емоціональними особливостями, тобто мова йде про суб'єктивні фактори, які по-різному впливають на розглянуті вище фактори. Від професійної підготовки людей, які зайняті проектуванням, виготовленням і експлуатацією виробів, залежить рівень використання технічних факторів. Але якщо в процесі функціонування технічних факторів роль суб'єктивних слабшає, тому що на цій стадії процес проходить з використанням сучасної техніки і технології, яка максимально звільняє технологічний процес від участі людини, то в організаційних факторах суб'єктивний елемент відіграє вже значну роль, особливо коли мова заходить про способи і форми експлуатації і споживання виробів.

1. Більш висока якість обходиться дорожче. Це найпоширеніша думка щодо якості. Але новий погляд на механізми створення якості і процеси виробництва показав, що висока якість не завжди коштує дорожче. Важливо зрозуміти як створюється якість виробу на сучасному масовому виробництві. На основі потреб ринку якість спочатку визначається на папері у вигляді проекту. Потім все це втілюється в реальний виріб за допомогою відповідних виробничих процесів. Вкладання більших коштів в наукові дослідження і дослідні розробки може дати в результаті помітне підвищення якості виробу. Одночасне вдосконалення виробничих процесів може привести до значного зниження собівартості виробу. Це широко продемонстровано в Японії і на Заході на всьому діапазоні промислових товарів масового виробництва: комп'ютери, побутова електротехніка і побутові прилади. За останні два десятиліття якість цих виробів помітно поліпшилась, а вартість впала.

2. Акцент на якість веде до зменшення продуктивності. Думка, що якість може бути отримана тільки за рахунок кількості, – широко розповсюджена серед керівників виробництва – є помилкою. Ця точка зору є останньою з того періоду, коли управління якістю полягало у фізичному огляді кінцевого виробу. У цій ситуації більш жорсткі вимоги контролю призводили до відбраковки більшої кількості готової продукції. Але з того часу контроль якості став більш скрупульозним. В сучасній структурі управління якістю акцент змінився на попередження недоліків на стадіях

---

---

розроблення і виготовлення. Тому дефектні вироби, перш за все, не виробляються. Зусилля, потрачені на те, щоб поліпшити якість і зберегти кількість, сприяли тому, що поліпшення якості призводить, як правило, до більш високої продуктивності.

3. На якість впливає культура праці робочої сили. Виробники звертають вину за низьку якість своїх виробів на відсутність розуміння якості і низьку культуру праці своїх працівників. Більш глибокий аналіз цього питання показує, що працівники можуть нести відповідальність тільки в тому випадку, якщо керівництво забезпечило:

- всебічне навчання операторів обладнання;
- працівників детальними інструкціями щодо роботи;
- засобами для перевірки або оцінювання результатів дій цих працівників;
- засобами для регулювання обладнання або процесу у випадку, якщо результат виявляється незадовільним.

Правдива оцінка виробників скоріше всього покаже, що їх керівництво не здатне забезпечити ці дуже важливі вихідні умови на більшості робочих місць. І замість того, щоб шукати винних працівників, компаніям необхідно вивчити слабкі місця своїх систем управління.

4. Якість може бути забезпечена суворою перевіркою. Контроль був першим офіційним механізмом управління якістю на початку цього століття і більшість виробників досі впевнені, що якість може бути поліпшена за допомогою суворого контролю. Слід відмітити, що перевірка може привести тільки до відокремлення якісних виробів від неякісних. Сама по собі вона не може поліпшити якість виготовленої продукції. Більш того, тоді як останні дослідження показали, що від 60 до 70% всіх дефектів, виявлених на виробництві, прямо або посередньо відносяться до помилок, допущених на таких ділянках, як проектування, технологічна підготовка виробництва і закупівля матеріалів, майже всі перевірки і дії з управління якістю все-таки спрямовані на виробничу ділянку.

Необхідно підкреслити, що управління якістю – це не ізольований вид діяльності відділу технічного контролю. Щоб бути ефективним, цей процес повинен охоплювати операції всіх відділів, включаючи ті, які займаються маркетингом, проектно-конструкторськими розробками, технологією, виробництвом, пакуванням, диспетчеризацією і транспортуванням. Фактично управління якістю повинно охоплювати діапазон від постачальників вихідного матеріалу до замовників. Важливо зрозуміти вимоги споживачів і мати точний зворотний зв'язок, що дає інформацію про їхнє сприйняття виробів, які вони отримують.

Для безперервного постачання продуктів харчування населенню і сировини промисловості потрібно мати достатні запаси кожного виду продукту. Значна частина зерна, бульб картоплі та овочів протягом року має забезпечити потребу галузі тваринництва. Крім того, значна частина врожаю повинна бути збережена як посівні фонди (насіння різних культур, бульби картоплі, насінники дворічних овочевих рослин). Нарешті, наша країна не



може існувати без резервів, потрібних для нормального розвитку економіки і життя населення у разі неврожаю, стихійного лиха та ін.

Збереження продуктів рослинництва до часу використання їх є найважливішою справою. Можна підвищити врожайність усіх культур і різко збільшити валові збори їх, але не мати належного ефекту, якщо на різних етапах просування продуктів до споживача вони багато втрачатимуть у масі і якості. За невмілого поводження з продуктами у післязбиральний період втрати їх можуть бути дуже великі. Більше того, продукти можуть повністю зіпсуватися або навіть стати токсичними.

На земній кулі існує близько 400 тис. видів рослин. Людина використовує близько 23 тис. видів, але найбільше значення мають лише декілька десятків видів.

Обсяг виробництва основних видів продукції, які забезпечують життя людей на Землі, є наступним (табл. 1.1).

Сезонність вирощування рослинної сировини зумовлює стислі терміни її переробки, тому що зберегти її свіжою вкрай складно, а переробка потребує значних коштів. Незадовільний стан умов зберігання та транспортування сировини є причиною значних її втрат. Особливо великі втрати за низької якості врожаю.

Таблиця 1.1

**Обсяг виробництва основних культур в світі**

Культура	Обсяг виробництва, млн т	Культура	Обсяг виробництва, млн т
Пшениця	445	Апельсини	39
Рис	400	Яблука	36
Кукурудза	392	Кокосові горіхи	35
Картопля	226	Капуста	35
Ячмінь	162	Цукровий буряк	33
Маніок	123	Жито	27
Папайя	107	Соняшник	27
Соеві боби	83	Кавуни	25
Виноград	65	Батат	20
Сорго	58	Арахіс	19
Цукрова тростина	54	Цибуля	19
Томати	50	Манго	14
Овес	43	Боби	13
Банани	39	Горох	11

Якість будь-якої сировини, що виробляється у сільському господарстві, залежить від багатьох факторів (табл. 1.2).

Таблиця 1.2

**Фактори, що впливають на якість сировини**

Етапи виробництва	Фактори
Посівний матеріал	Рід, вид, сорт, репродукція. Підготовка насіння до сівби (очищення від домішок, знезаражування та ін. Клас насіння за стандартом.
Умови вирощування	Географічне положення (широта, висота над рівнем моря, клімат). Ґрунт (склад, обробіток). Попередники у сівозміні. Добрива (види, строк внесення, кількість). Зрошення (види, строки і витрата води). Наявність хвороб (бактеріози, мікози, вірусні захворювання). Пошкодження шкідниками (комахами). Кліматичні особливості року у період вегетації
Умови збирання врожаю	Строки і способи збирання. Стан технічних засобів при збиранні. Режими експлуатації збиральних машин. Погодні умови.
Транспортування врожаю	Види і стан транспортних засобів. Види і стан використуваної тари. Тривалість транспортування (відстань, час). Погодні умови.
Первинна доробка врожаю	Своєчасність доробки. Види і способи очистки, сушіння, вентильовання. Режим роботи машин. Погодні умови.
Умови зберігання	Підготовка до зберігання. Способи зберігання і типи сховищ. Режими зберігання. Організація контролю за продукцією, що зберігається.
Переробка	Рецептура. Апаратура, що використовується. Режим технологічного процесу.
На всіх етапах	Кваліфікація кадрів і ступінь освоєння ними техніки та технології виробництва.

В умовах розвитку ринкової економіки та міжнародної торгівлі успіх окремих підприємств та галузей економіки на зовнішньому і внутрішньому ринках повністю залежить від того, наскільки їх продукція або послуги відповідають стандартам якості. Тому проблема забезпечення і підвищення якості продукції актуальна для всіх країн і підприємств. Від її вирішення в значній мірі залежить успіх і ефективність національної економіки. При цьому необхідно враховувати те, що підвищення якості продукції – завдання довгострокове і безперервне. Рівень якості продукції не може бути постійною величиною. Але на кожному часовому етапі якість продукції повинна бути оптимальною, тобто такою, що максимально задовольняє потреби споживачів за відносно мінімальних затратах на її досягнення.

Одночасно з формуванням якості на всіх етапах вирощування спостерігаються втрати як кількості, так і якості.

---

---

*Причин втрат продукції рослинництва багато і їх можна згрупувати за такими основними показниками:*

агротехнічні – недотримання агротехнічних вимог на основних операціях з вирощування рослинницької продукції (добрива, густина посіву чи насаджень, строки збирання та ін.);

технологічні – відсутність потоковості на збиранні урожаю, нерациональні способи збирання, зайві зупинки збиральних агрегатів;

біологічні – нестійкість окремих культур проти вилягання (значення сорту), осипання, незадовільна лежкість при зберіганні, транспортуванні;

технічні – незадовільна підготовка збиральної техніки, транспортних засобів, низька їх експлуатаційна надійність;

організаційні – несвоєчасний (ранній або пізній) початок збиральних робіт та надмірна тривалість, нерациональний вибір комплексу машин та розбивка полів на загінки, погано організований контроль за якістю роботи.

Втрати продукції в період зберігання є наслідком їх фізичних і фізіологічних властивостей. Тільки знання природи об'єктів, процесів, які в них відбуваються, розроблених для них режимів зберігання дають змогу звести втрати до мінімуму.

Розрізняють два види втрат продуктів під час зберігання: у їх масі і в якості. Здебільшого вони взаємопов'язані, тобто втрати у масі супроводжуються втратами в якості і навпаки. За природою втрати можуть бути фізичними, (механічними) і біологічними. Для прикладу наведено схему можливих втрат зерна при зберіганні, бо вона багато в чому типова і для інших продуктів рослинництва (рис 1).

*Втрати у масі.* Зменшення маси продуктів в період зберігання може бути наслідком фізичних явищ і біологічних процесів. Приклад фізичних втрат – випаровування частини вологи з продукту в навколишнє середовище. Проте у різних продуктах це оцінюється по-різному. Так, якщо невелика втрата вологи в картоплі, овочах і плодах без ознак в'янення їх визнається закономірною і враховується у загальній нормі втрат, то за зберігання зерна і насіння зниження їхньої вологості в результаті випаровування не вважається втратою, а розглядається як позитивне явище. У цьому разі для кількості обліку масу партії продуктів зменшують відповідно до зниження процента вологості.

Другий вид фізичних втрат – це відокремлення найдрібніших частинок покривних тканин продукту в процесі його переміщення, перекладання під час зберігання. В цьому разі тертя об поверхні, по яких переміщується продукт, або тертя зерна об зерно, бульби об бульбу тощо призводить до утворення так званого неврахованого розпилення. Чим більше разів переміщувати масу продуктів, тим більшою буде і величина розпилення. За необережного переміщення продуктів, які зберігаються, можливе навіть травмування поверхні їх і відокремлення макрочасток. Останнє супроводжується великими втратами у масі для соковитої продукції, позначається на якості і стійкості її за подальшого зберігання.

В Т Р А Т И  У  М А С І	Біологічні	Механічні	В Т Р А Т И  У  Я К О С Т І
	1. Дихання	1. Травми	
	2. Проростання	2. Розпилення	
	3. Розвиток мікроорганізмів	3. Розсипання	
	4. Розвиток комах і кліщів		
	5. При самозигріванні		
	6. Знищення гризунами		
	7. Знищення птахами		

**Рис. 1. Можливі види втрат зерна і насіння під час зберігання**

Дуже значними можуть бути втрати у масі внаслідок різних біологічних процесів. Так, на дихання насіння, бульб картоплі, коренеплодів, фруктів витрачаються сухі речовини. За дотримання ж оптимальних режимів зберігання втрати внаслідок дихання зовсім незначні. Більші втрати бувають тоді, коли в продукті (в зерновій масі) розмножуються комахи-шкідники. Лише правильна організація зберігання виключає активну діяльність мікрофлори і комах.

За неправильної організації зберігання бувають втрати у масі продуктів внаслідок механічного просипання (так званої розтруски), знищення їх гризунами і птахами.

Широка практика й досліди, спеціально поставлені в умовах лабораторії і виробництва, показали, що за дотримання правил зберігання втрати зерна у масі сухої речовини становлять за рік зберігання від 0,07 до 0,3 %. Картоплю, моркву, і багато інших продуктів плодоовочевої групи можна зберегти із втратою 2–4 % маси за весь сезон зберігання (з осені до весни).

Чим більше відхиляються умови зберігання від оптимальних, тим більші і втрати у масі. За погано організованого зберігання картоплі, овочів і плодів втрати досягають 20 – 30 % і більше.

Отже, втрати у масі рослинних продуктів під час зберігання неминучі, але за правильної організації процесу вони не перевищують встановлених норм.

---

---

*Втрати в якості.* За правильної організації зберігання продукції виключається зниження її якості. Останнє можливе лише за дуже тривалого зберігання, яке перевищує межі так званої довговічності продукту.

Природа багатьох рослинних об'єктів така, що за правильного зберігання у початковий період відбуваються процеси післязбирального досягання, які поліпшують їхні харчові або посівні якості. Добре відоме, наприклад, післязбиральне досягання насіння.

Зниження якості продуктів під час зберігання (за винятком перевищення межі довговічності) відбувається головним чином внаслідок небажаних процесів: можливого проростання багатьох об'єктів, дії на них мікроорганізмів або комах, псування і забруднення гризунами або птахами, а також внаслідок пошкоджень (травмування).

Збереження запасів продуктів у всіх ланках народного господарства з мінімальними втратами – дуже складна справа, що потребує добре розвиненої матеріально-технічної бази і фахівців, які володіють спеціальними знаннями.

Раціональне зберігання продукції можливе тільки за наявності і правильної експлуатації технічної бази – сховищ різних машин та устаткування, що використовуються для надання продуктам стійкого стану і підвищення їх якості.

На підприємствах різної форми власності виробляється значна частина борошна і крупи, організовано хлібопечення, виробляється багато солено-квашеної продукції і маринадів, з насіння олійних культур виробляють олію, з картоплі виготовляють крохмаль і патоку, сушать плоди та овочі. Є також консервні заводи, які випускають овочеві, фруктові, м'ясні і рибні консерви в герметичній тарі. Нарешті деякі види рослинницької продукції (луб'яні волокна, шишки хмелю, тютюнове листя тощо) обов'язково піддають первинній технологічній обробці в місцях виробництва.

Продукція, яку виробляють, повинна відповідати вимогам державного нормування, тобто бути високої якості. Проте аналіз роботи млинів, крупопорушок, хлібозаводів і низки інших підприємств свідчить про те, що багато з них, використовуючи цілком доброякісну сировину, дають продукцію із зниженими показниками якості і меншим виходом. Все це завдає шкоди як виробникам, так і споживачам і призводить до втрат частини сировини.

Вивчення причин такого стану свідчить про те, що головними з них є порушення технологічних інструкцій і схем технологічного процесу, а також недостатнє налагодження використовуваного устаткування. Крім того, часто немає кваліфікованих кадрів (інженерів, техніків, майстрів).

Розширення обсягу виробництва харчових та інших товарів безпосередньо в місцях виробництва тепер має особливе значення. Воно сприяє наявності в країні достатньої кількості товарів народного споживання і розширенню асортименту їх, дає змогу краще задовольняти зростаючі запити населення України.

Практика підтверджує, що в господарствах, де керівники і спеціалісти приділяють достатню увагу організації переробки сільськогосподарської

---

---

сировини, якість продуктів і виробів, що випускаються, висока, а виробництво їх рентабельне.

В умовах ринкових відносин якість забезпечується і гарантується підприємством. А якщо вона не забезпечується і не гарантується – підприємство гине: автоматично забезпечує це той же ринок, але нормальний ринок, із збалансованим попитом і пропозицією.

Необхідно підкреслити, що управління якістю – це не ізольований вид діяльності відділу технічного контролю. Щоб бути ефективним, цей процес повинен охоплювати операції всіх відділів, включаючи ті, які займаються маркетингом, проектно-конструкторськими розробками, технологією, виробництвом, пакуванням, диспетчеризацією і транспортуванням. Фактично, управління якістю повинно охоплювати діапазон від постачальників вихідного матеріалу до замовників. Важливо зрозуміти вимоги споживачів і мати точний зворотний зв'язок, який дає інформацію про їхнє сприйняття виробів, які вони отримують.

На сьогодні в Україні в галузі зберігання продукції рослинництва діють три стандарти: ДСТУ ISO 6322-1-2004, ДСТУ ISO 6322-2-2004, ДСТУ ISO 6322-3-2004.

## **1.2. Наукові принципи зберігання продуктів**

Грунтовне освоєння дисципліни передбачає вивчення студентами теоретичного матеріалу, виконання лабораторних і практичних робіт. Практика включає участь студентів в організації технологічних процесів післязбиральної обробки, зберігання та переробки продукції рослинництва, виконанні окремих технологічних процесів на виробництві, в лабораторіях кафедр і технохімічних лабораторіях переробних підприємств. Залежно від місцезнаходження навчального закладу в робочих програмах віддається перевага тим видам продукції рослинництва, які виробляються в даній зоні.

Вивчення способів ефективного зберігання певного виду рослинницької продукції чи груп близької за особливостями продукції ґрунтується на досконалому знанні трьох однаково важливих складових:

1) об'єкта доробки та зберігання (хімічного складу, фізіології), його фізичних властивостей, а також фізичних та фізіологічних властивостей їх сукупності (зернових мас, маси бульб тощо), особливостей взаємодії з довкіллям;

2) факторів, які впливають на процеси, що відбуваються в продукції під час доробки, зберігання чи переробки;

3) наукових принципів, які покладено в основу зберігання певного виду продукції.

Принципи зберігання рослинницької продукції встановлені на основі глибокого вивчення фізіологічних, біохімічних, мікробіологічних процесів, що відбуваються в ній за певних умов і режимів. Ці принципи вперше класифікував проф. Я.Я. Нікітінський, який в їх основу поклав стан (біоз, анабіоз, ценоанабіоз, абіоз) головного компонента, тобто часткове чи повне

гальмування біологічних процесів в об'єкті зберігання. Кожний з цих принципів має кілька технічних (технологічних) вирішень (рис. 2).

Відомо, що рівень життєдіяльності живого організму зумовлюється певними параметрами середовища: температурою, відносною вологістю, газовим складом повітря тощо. Якщо ці параметри відповідають фізіологічним потребам організму, то забезпечується властивий для нього рівень життєдіяльності – *біоз*. Біоз – принцип зберігання продуктів у свіжому стані без спеціальної обробки. За цього принципу застосовуються заходи, спрямовані на підтримку нормальних умов життєвих процесів та деяке обмеження їх інтенсивності для зменшення витрат поживних речовин за рахунок дихання або витрат маси внаслідок випаровування вологи.

I. БІОЗ	А. Еубіоз	Зберігання і транспортування цілих живих організмів (тварин, птицю, рибу)
	В. Гемібіоз	Зберігання у свіжому вигляді плодів та овочів
II. АНАБІОЗ	А. Термоанабіоз (пси-, хро- і кріанабіоз)	Зберігання в охолодженому або замороженому стані
	Б. Ксероанабіоз	Зберігання в результаті часткового або повного обезводнювання продукту
	В. Осмоанабіоз	Зміна осмотичного тиску в продукті
	Г. Ацидоанабіоз	Зміна кислотності середовища продукту внаслідок введення кислоти
	Д. Наркоанабіоз	Застосування анестезуючих речовин
III. ЦЕНОАНАБІОЗ	А. Ацидоценоанабіоз	Підвищення кислотності середовища в продукті в результаті розвитку мікроорганізмів
	Б. Алкоголеценоанабіоз	Консервація спиртом, виділеним мікроорганізмами
IV. АБІОЗ	А. Термостерилізація	Нагрівання до високих температур
	Б. Фотостерилізація	Застосування різних променів
	В. Хімічна стерилізація	Введення антисептиків
	Г. Механічна стерилізація	Фільтрація

**Рис. 2. Класифікація наукових принципів консервування (стабілізації) сільськогосподарської продукції**

---

---

Наприклад, у стані еубіозу (різновид біозу) зберігаються на майданчиках плоди й овочі, призначені для консервування, картопля для отримання крохмалю незадовго до надходження в цех переробки.

Якщо продукція призначається для тривалого зберігання без фізіологічних процесів, забезпечують чітко визначені умови зберігання для кожного об'єкта. Так, бульби картоплі, коренеплоди, цибулю, зернові маси підвищеної вологості та більшість плодів зберігають у стані *гемібіозу* із зниженням до певних меж температури та вмісту кисню в атмосфері середовища. Тривалість зберігання у такому стані залежить від вмісту запасних поживних речовин, а також спадкових властивостей виду, сорту об'єкта зберігання. Якщо в процесі тривалого зберігання змінюється біохімічний склад продукції, то незадовго перед використанням її вводять (повертають) у режим повного біозу (еубіозу) для відновлення характерних для неї властивостей (отеплення бульб картоплі).

Для зниження втрат на дихання вдаються до зупинення або різкого гальмування біологічних процесів у ній (основного компонента, мікрофлори тощо), тобто досягають стану її *анабіозу*. Слід зазначити, що у цьому стані за сприятливих умов може відновлюватись інтенсивна діяльність мікрофлори і комах у закладеній на зберігання продукції. Залежно від способу введення об'єктів зберігання у стан анабіозу (зміною температури, вологості, осмотичного тиску, опроміненням тощо) розрізняють термо-, ксеро-, осмо-, ацидо- та ценоанабіоз.

Стану *термоанабіозу* досягають зниженням температури та заморожуванням продукції, використовуючи властивості окремих складових організму (білків, ферментних систем) реагувати на зниження температури. Видами термоанабіозу є психро- та кріоанабіоз. До стану *психроанабіозу* доводять продукцію зниженням температури до 0 °С, за якої клітинний сік з розчиненими у ньому речовинами не замерзає. *Кріоанабіоз* передбачає замерзання об'єктів зберігання.

У стані психроанабіозу продукцію (плоди смородини, плоди винограду, слив, персиків, абрикос, аличі та ін.) зберігають у холодильниках за температури мінус 1–3 °С. За цих умов різко гальмується життєдіяльність об'єктів зберігання та мікрофлори. За підвищення температури мікрофлора (насамперед плісеневі гриби) починає швидко розмножуватись спочатку на ослаблених (зів'ялих, травмованих, перезрілих) об'єктах, поступово поширюючись на решту продукції. Тому реалізовувати продукцію після такого способу зберігання слід якнайшвидше.

Певні види продукції (подрібнені овочі, дрібні фрукти, ягоди) зберігають у стані кріоанабіозу, тобто замороженими температурою 30 °С і нижче. В заморожених об'єктах знищуються всі живі структури об'єкта, в т.ч. й основні групи мікрофлори. Після заморожування підтримують температуру на рівні мінус 15–16 °С, зберігають таку продукцію протягом тривалого часу. Цей метод у поєднанні з правильно проведеною дефростацією забезпечує збереження не лише харчової, а й біологічної цінності продуктів.



---

---

Значну кількість об'єктів зберігання (сухе зерно, сушені овочі, фрукти, сіно, соломку та інші сушені продукти рослинництва) доводять до нежиттєдіяльного стану інтенсивним звільненням від вільної вологи (*ксероанабіоз*). Лише за наявності вільної вологи, яка хімічно не зв'язана з речовинами об'єкта зберігання, можливе активне дихання живих організмів (зерна, трави, соковитих плодів). Кількість зв'язаної води залежить від вмісту в продукції колоїдних речовин (білків, крохмалю та ін.), які зв'язують воду. Оптимальна вологість сушених продуктів становить, %: фруктів – 15, овочів – 12, насіння олійних культур – 6–7. За такої вологості створюється несприятливе середовище для розвитку мікрофлори та більшості комах. Тому в стані ксероанабіозу продукція може зберігатися тривалий час, не втрачаючи своїх технологічних і посівних якостей. За зволоження сушеної продукції відбувається активізація діяльності мікроорганізмів, яка приводить до псування сушеної продукції.

Способи зберігання рослинницької продукції, в основі яких лежить підвищення осмотичного тиску середовища, ґрунтуються на реакціях мікрофлори, її вегетативних форм та інших живих клітин об'єктів зберігання. Під дією певних речовин (кухонної солі, цукру) клітини мікрофлори і самого об'єкта гинуть, настає *осмоанабіоз*. Концентрація розчину кухонної солі для цього має становити 12–13 %, що відповідає осмотичному тиску близько 7 МПа, а цукрових розчинів для досягнення стану плазмолізу всіх клітин – не менш як 65 % і відповідно 35 МПа.

Стану анабіозу можна досягти також створенням певної концентрації іонів водню, тобто створенням певної кислотності середовища. Остання впливає на дисперсність протоплазми живої клітини. За певної концентрації іонів водню життєдіяльність клітин припиняється. Зокрема гнильні бактерії (протеус, флюоресценс, субтиліс та ін.) активно розвиваються в нейтральному середовищі за рН 7 і дещо вище. За рН 6 їх дія пригнічується, а за рН 5 вони не розмножуються, за рН 4,5 гинуть гнильні та маслянокислі бактерії, за рН 5 – кишкова паличка, за рН 3–4 – молочнокислі бактерії, за рН 2,5–3 – дріжджі, за рН 1,2–3 – плісеневі гриби. Створюючи рН 1–1,5 за допомогою 3 – 5% розчину оцтової кислоти, продукцію доводять до стану *ацидоанабіозу*, в якому вона може зберігатися тривалий час. На практиці цей принцип застосовується при штучному силосуванні кормів.

Існує також спосіб доведення живих організмів до стану анабіозу відкачуванням кисню із середовища зберігання і насиченням середовища інертними чи анестезуючими речовинами. Цей принцип зберігання – *наркo-анабіоз* – застосовують для тривалого зберігання зернових мас. За певної концентрації хлороформу чи солей пропіонової кислоти гине мікрофлора, гальмується інтенсивність дихання зерна. Аналогічний принцип діє також за введення в зернові маси вуглекислого газу підвищеної концентрації та за зберігання плодоовочевої продукції в умовах регульованого газового середовища (РГС). Місткості для зберігання продукції за цим принципом повинні герметично закриватися.

---

---

Ферментовані плоди виготовляють за принципом *ценоанабіозу*. Створюючи умови, сприятливі для розвитку одних видів мікроорганізмів і згубні для інших, досягають певної концентрації консерванту, що забезпечує стійке зберігання основного продукту. Такими мікроорганізмами є переважно молочнокислі бактерії (соління, мочіння, квашення) та дріжджові гриби (у виноробстві). Ці види ценоанабіозу мають назву відповідно ацидоанабіоз та алкоholeанабіоз. Створенням оптимальних умов для розвитку молочнокислих бактерій (підвищенням температури, додаванням цукрів) та використанням їх властивості розмножуватися в безкисневому середовищі обмежують розвиток інших мікроорганізмів. За вмісту молочної кислоти 1–1,2 % продукти (овочі, плоди, гриби та ін.) консервуються і протягом тривалого часу не псується за умови зберігання їх у прохолодному приміщенні та без проникнення кисню. Для розвитку дріжджових грибів середовище має бути кислішим, ніж для молочнокислих бактерій. Для спиртового бродіння необхідні рН 2,5–3, підвищена концентрація цукру, наявність відповідних рас дріжджів. Лише за певних умов можна забезпечити нагромадження 9–12 об'ємних процентів спирту, що достатньо для тривалого зберігання вина.

До стану *абіозу* об'єкти зберігання доводять, коли в них відсутні живі організми та вегетативні форми мікрофлори. Для цього використовують такі способи: термостерилізації, пастеризації, хімічного консервування, стерилізації (механічна, асептична, променева).

*Термостерилізацію* проводять за температури понад 100 °С. Готову продукцію зберігають у герметично закупореній скляній чи жерстяній тарі. Тривалість стерилізації залежить від консистенції та кислотності продукту, місткості тари тощо.

Для досягнення стану абіозу продукції застосовують також струм високої частоти (СВЧ) або ультрависокої частоти (УВЧ). За 30–120 с дії струму УВЧ продукт, герметично закупорений у тару, стерилізується і може зберігатись тривалий час без зміни товарних та харчосмакових якостей.

Окремі види продукції, для консервування яких застосовується сукупна дія кількох консервуючих засобів, термостерилізують за температури 80–85 °С. Це дає змогу зберегти кращий товарний вигляд продукції завдяки зменшенню біохімічних змін у них порівняно з термостерилізацією. Споріві форми бактерій при цьому не знищуються, а збереженість продукту забезпечується підвищенням концентрації іонів водню (високою кислотністю продукту або додаванням 0,6–0,7 % оцтової кислоти). Така обробка називається *пастеризацією*. Вона досить поширена у виробництві соків, напоїв, консервованих овочів та плодоягідної продукції. Пастеризована продукція повинна бути герметично закупорена.

За принципом *хемібіозу* (хімічного консервування, хімічної стерилізації) консервується подрібнена (або ціла) продукція (напівфабрикати), яка перед вживанням підлягатиме обробці, завдяки якій перед вживанням продукції хімічні речовини, застосовувані для стерилізації, в консервах розкладаються. Такою хімічною речовиною є, зокрема, сірчиста кислота (сірчаний ангідрид), стерилізуюча дія якої виявляється за концентрації її в продукті 0,2–

---

---

0,3 %. Обробка продукції сірчаним ангідридом чи сірчистою кислотою називається сульфитацією. Її додатково застосовують також за інших видів консервування, наприклад, коли є загроза відволоження сушеної продукції (овочів, фруктів, хмелю), стабілізації соків. Тимчасового стерилізуючого ефекту можна досягти обробкою зернових мас солями пропіонової кислоти.

Часткову стерилізуючу дію мають солі сорбінової кислоти. Сорбати гальмують лише розвиток грибів – плісневих та дріжджових, не впливаючи на розвиток бактерій. Вибіркову дію сорбатів використовують під час соління або квашення продукції, обмежуючи розвиток грибів у поверхневих її шарах. Це дає змогу значно зменшити відходи консервування.

Хімічну стерилізацію використовують для дезінфекції сховищ для знищення комах і гризунів (отруйні принади), а також для знищення комах під час зберігання зерна та його продуктів (хлорпікрин, дихлоретан та ін.), боротьби з хворобами рослин (протруювання зерна фунгіцидами тощо).

Одним з видів хімічної стерилізації є *копіння*, яке застосовують переважно для консервування продуктів тваринництва.

Останнім часом для доведення продукції до стану абіозу застосовують *променеву стерилізацію* ультрафіолетовим, інфрачервоним, рентгенівським та  $\gamma$ -опроміненням. Зокрема, дія інфрачервоного опромінення аналогічна терmostерилізації. Перед обробкою попередньо підготовлену продукцію вміщують у герметично закупорену тару.

Оброблена ультрафіолетовим промінням продукція може зберігатися деякий час без використання холоду.

Стерилізуючий ефект від  $\alpha$ - та  $\beta$ -опромінення для зберігання зерна нетривалий. Цей спосіб абіозу нині вдосконалюється.

Тонкоподрібнені продукти й соки стерилізують механічно, пропускаючи їх крізь фільтри, які затримують клітини окремих видів мікроорганізмів. Сталого абіозу досягають додатковим нагріванням продукції.

*Роль стандартизації в розвитку народного господарства країни.* Сучасний стан науково-технічного прогресу характеризується прискореним темпом розвитку науки і техніки, більш тісною взаємодією та впливом їх на виробництво. Розвиток техніки пов'язаний зі значним ускладненням обладнання, застосуванням різних систем машин і приладів, які взаємопов'язані між собою більш жорстким режимом їх експлуатації, використанням широкої номенклатури речовин і матеріалів. Відбувається процес поширення кооперації і значне ускладнення зв'язків між галузями народного господарства, підприємствами та організаціями. Різко зростають вимоги до сировини, матеріалів, комплектуючих виробів і готової продукції. Першочергового значення набувають питання надійності та безпеки товарів виробничого призначення і народного споживання.

У виконанні народногосподарських завдань, підвищенні ефективності суспільного виробництва і поліпшенні якості продукції стандартизація відіграє суттєву роль, адже вона акумулює найновіші досягнення науки і техніки, органічно поєднує фундаментальні та прикладні галузі науки, сприяє швидкому впровадженню наукових досягнень у практику, допомагає

---

---

визначити найбільш економічні та перспективні напрямки розвитку науково-технічного прогресу і народного господарства країни.

Нині різко зростає роль стандартизації як важливої ланки у системі управління технічним рівнем якості продукції: від наукових розробок і до експлуатації та утилізації виробів. Стандартизація поєднує науку, техніку і виробництво, сприяє забезпеченню єдиної технічної політики в різних галузях народного господарства, технічному переозброєнню виробництва, широкому впровадженню сучасної техніки і технологій, інтенсифікації виробництва, механізації та автоматизації виробничих процесів, підвищенню якості товарів і продуктів харчування. Усе це сприяє розвитку економіки країни.

Характерною особливістю стандартизації є те, що сфера її дії та застосування, рівень розвитку знаходяться в широкому діапазоні. Немає такої сфери діяльності людини, до якої б не була причетна стандартизація. Адже з поширенням і поглибленням пізнання, розвитком науки і техніки, удосконаленням виробництва масштаби робіт значно зростають і поширюється сфера використання принципів стандартизації.

Основна мета стандартизації – це оптимальне впорядкування об'єктів стандартизації для прискорення науково-технічного прогресу, підвищення ефективності виробництва, поліпшення якості продукції, вдосконалення організації управління народним господарством, розвиток міжнародного економічного, наукового і технічного співробітництва.

Стандартизація відповідно до основної мети має різні завдання. Головне завдання – створення системи нормативної документації, яка визначає прогресивні вимоги до продукції, що виготовляється для потреб народного господарства, населення, оборони держави та експорту, до її розробки, вироблення та застосування, а також забезпечення контролю за правильністю використання цієї документації.

Стандартизація є організаційно-технічною основою економічного та науково-технічного співробітництва між країнами, ефективним засобом поширення ними і ліквідування технічних бар'єрів у міжнародній торгівлі. Зміцнення науково-технічних та економічних зв'язків привертає увагу до стандартизації всіх розвинених країн світу та країн, що розвиваються, а також технічних, економічних, міжнародних, регіональних і національних організацій, фірм і підприємств. Це є наслідком об'єктивної необхідності стандартизації в управлінні економічними і виробничими процесами.

Останнім часом однією з ключових проблем науково-технічного та економічного розвитку країн є проблема якості продукції, поліпшення якої – це не тільки споживча або технічна, але й економічна, соціальна та політична проблеми суспільства.

Сучасний рівень розвитку економіки України, потреба в корінних змінах матеріальних і соціальних умов життя народу висувають на перший план проблему якості. Поліпшення якості товарів (процесів, робіт, послуг) можливо лише на основі стандартизації нормативно-законодавчої документації. Стандарти встановлюють вимоги до якості та надійності

---

---

методів контролю і випробовувань продукції, створюють необхідну єдність, без якої неможливий подальший розвиток технічного рівня.

Стандарти та інші законодавчі документи складають значну і важливу частину нормативної бази економіки країни. Розробку їх здійснюють вчені та спеціалісти головних і базових організацій зі стандартизації всіх галузей народного господарства. На підставі результатів науково-дослідних, проектно-конструкторських і дослідницько-технологічних робіт у стандартах встановлюються перспективні вимоги, тобто закладаються не тільки показники, що визначають якість продукції на даному етапі, але й перспективні дані – технічного рівня, якості та економічності, відповідно до яких має проектуватися і освоюватися нова продукція.

Стандарти з випереджаючими вимогами є своєрідним прогнозом технічного прогресу продукції, що виробляється. При цьому мають використовуватися найсучасніші способи прогнозування й оптимізації. Математичні методи оптимізації кількісних вимог стандартів дають можливість отримувати найвищий ефект від стандартизації.

Нормативна документація відіграє важливу роль у вирішенні технічних, економічних і соціальних проблем країни, тому необхідно постійно підвищувати науково-технічний рівень чинних стандартів, оновлювати їх з метою заміни застарілих показників і своєчасного відображення вимог народного господарства.

Технічними комітетами України зі стандартизації розроблено понад 500 термінологічних стандартів в усіх галузях діяльності, що дозволило сформувати основи української науково-технічної термінології. В Україні на даний час надано чинності більше 2 тис. державним (національним) стандартам, близько 60 % з яких гармонізовані з міжнародними. Проблема міжнародної гармонізації стандартів як важливого засобу ліквідування перешкод у торгівлі та промислового співробітництві знайшла відбиття в Завершальному акті, який підписали всі європейські держави, Канада та США в серпні 1975р. у Гельсінкі.

В Україні за останні 5 років переглянуто майже 9000 міждержавних стандартів в різних галузях народного господарства, зокрема в сільському господарстві понад 1000.

На 31.12.2010 року в Україні надано чинності 6809 національним стандартам, гармонізованим з міжнародними і європейськими, затвердженим Держспоживстандартом, зокрема в сільському господарстві нині мають чинність понад 300.

Впровадження міжнародних стандартів дає змогу виробникові не тільки підвищити якість вітчизняних товарів до рівня міжнародних вимог, але й забезпечити перебудову виробництва, його організацію, технологію, систему управління якістю відповідно до рівня розвинених країн світу. Наявність сертифіката відповідності міжнародному стандарту забезпечить для українського виробника доступ на міжнародний ринок.

З цією метою створено Головний інформаційний фонд стандартів. Нормативні документи цього фонду використовуються в усіх галузях суспільного

---

---

виробництва та споживання продукції (надання послуг). За станом на 01.01.11 р. у Головному інформаційному фонді стандартів Держспоживстандарту України зберігається понад 130 тис. нормативних документів, зокрема 23 тис. стандартів, що мають статус національних, понад 15 тис. стандартів Міжнародної організації зі стандартизації (ISO) та Міжнародної електротехнічної комісії (IEC), понад 17 тис. міждержавних стандартів країн СНД, близько 6,6 тис. європейських стандартів. Фонд містить національні стандарти розвинених країн, які є партнерами України.

Фонд галузевих стандартів становить понад 43 тис. нормативних документів. Оновлення його здійснюється дуже повільно і дорівнює 0,4 % за 5 років. За роки незалежності в Україні зареєстровано понад 550 галузевих стандартів.

У Національному автоматизованому інформаційному фонді стандартів зберігається понад 110 тис. нормативних документів, які постійно поновлюються. Працює міжнародна бібліографічна електронна база даних PERINORM.

Головний інформаційний фонд взаємодіє з міжнародними та іноземними організаціями зі стандартизації на підставі договорів, укладених Держспоживстандартом України. Протягом року до Головного інформаційного фонду надходить понад 10 000 одиниць нормативних документів. Упроваджено повнотекстову автоматизовану базу даних стандартів Європейського Союзу, що дає змогу будь-якій урядовій установі, підприємству чи організації, незалежно від форми власності та виду діяльності, громадському об'єднанню або приватній особі ознайомитися з необхідними інформаційними матеріалами.

В Україні стандартизація, що має державний характер, спрямована на забезпечення:

- єдиної технічної політики;
- захисту інтересів вітчизняних виробників та споживачів продукції (процесів, робіт, послуг);
- економії всіх видів ресурсів;
- відповідності продукції (процесів, робіт, послуг) світовому рівню якості та надійності;
- гармонізації національних нормативних документів зі світовими аналогами;
- відповідності вимог нормативних документів законодавчим актам;
- сприяння виходу української продукції на світовий ринок.

Поряд з державною широко використовується галузева стандартизація. Так, набуває подальшого розвитку стандартизація на рівні підприємств. Відділи зі стандартизації є в кожному міністерстві (відомстві), об'єднаннях, науково-дослідних інститутах, конструкторських бюро тощо. Роботи щодо підвищення ефективності виробництва, технічного рівня та якості продукції проводяться з використанням стандартизації.

Проблеми функціонування, розвитку і вдосконалення національної системи стандартизації, метрології та сертифікації слід розглядати лише в

---

---

тісному зв'язку з політичними, економічними і соціальними перетвореннями, які відбуваються в Україні. Розвиток технічного регулювання має відповідати рівню розвитку національної економіки. Перехідний період до ринкових відносин вимагає здійснення поетапного вдосконалення національної системи технічного регулювання. Сліпе копіювання зовнішніх атрибутів систем стандартизації та сертифікації розвинених країн світу за умови відсутності ефективного ринкового конкурентного середовища може призвести до фактичного знищення існуючих систем стандартизації, метрології та сертифікації. Це залишить Україну без ключового елемента національного технічного регулювання, тобто створить реальну загрозу для національної економічної безпеки і державного суверенітету.

Основними факторами, які безпосередньо впливають на подальший розвиток національної системи стандартизації, метрології та сертифікації, є багатовекторна зовнішня політика, яка спрямована на інтеграцію України в Європейський Союз, вступ до Світової організації торгівлі (WTO), співробітництво з країнами СНД та іншими країнами світу. Внутрішня політика держави покликана сприяти підйому вітчизняного виробництва, захисту прав українських громадян на споживання продукції, безпечної для життя, здоров'я та довкілля. Подальший розвиток національних систем стандартизації, метрології та сертифікації визначається стратегічним курсом України на інтеграцію до світової економіки.

З 1 березня 1998 р. набула чинності Угода про партнерство і співробітництво між Україною та Європейським Союзом, ряд статей якої передбачають зближення української системи технічного регулювання з європейською. Такий розвиток відповідає політичному курсу України на інтеграцію до європейських і трансатлантичних структур, приєднання до Генеральної угоди з тарифів і торгівлі (САТТ) та вступу до WTO.

Саме з метою зближення системи національного технічного регулювання з європейською Держстандарт України ініціював прийняття Постанови Кабінету Міністрів України від 19.03.97 р. № 244 "Про заходи щодо поетапного впровадження в Україні вимог директив Європейського Союзу, санітарних, екологічних, ветеринарних, фітосанітарних норм та міжнародних і європейських стандартів". Постанова – це розгорнений план зближення українського законодавства, норм і правил, що визначають вимоги до продукції, з міжнародними та європейськими і передбачає розробку 25 законів України, а також підготовку 14 галузевих програм оновлення нормативної бази з урахуванням міжнародних та європейських стандартів.

У 1997 р. набув чинності Закон України "Про державне регулювання імпорту сільськогосподарської продукції", який забезпечує захист і підтримку вітчизняного товаровиробника. Запропонована цим Законом схема контролю якості та безпеки харчових продуктів повною мірою відповідає вимогам САТТ\WTO і дає змогу запобігти зростанню бюджетних витрат на здійснення контролю в торгівлі, оскільки ввезення небезпечної продукції буде зупинено на державному кордоні України. Це, в свою чергу, дасть змогу цивілізованим шляхом захистити вітчизняного товаровиробника від недобросовісної конкуренції. Проте реалізація цього потребує виконання значного обсягу робіт з

---

---

розробки нормативно-правових документів, з питань конкретизації вимог і забезпечення їх дотримання щодо якості та безпеки харчової продукції.

З метою гармонізації процедур стандартизації і сертифікації з міжнародними та європейськими, створення умов рівної конкуренції, підвищення ефективності механізму контролю на внутрішньому ринку розроблено проекти законів України “Про відповідальність виробника і постачальника за випуск та реалізацію дефектної продукції”; “Про порядок утилізації та вивезення небезпечної продукції”; “Про маркування продукції знаком відповідності”, які стануть законодавчою основою високоефективного механізму нагляду і контролю на споживчому ринку України.

На початку 1998 р. набув чинності Закон України “Про якість і безпеку харчової продукції та продовольчої сировини”. У ньому вперше чітко визначено перелік і порядок видачі документів, що підтверджують належну якість та безпеку продукції; встановлено правові засади забезпечення якості та безпеки харчових продуктів і продовольчої сировини для здоров'я населення; відрегульовано відносини між органами виконавчої влади, виробниками, продавцями (постачальниками) і споживачами під час розробки, виробництва, ввезення на митну територію України, закупівлі, постачання, зберігання, транспортування, реалізації, використання, споживання, утилізації харчових продуктів та продовольчої сировини, а також надання послуг у сфері громадського харчування. Законом визначено мету державного регулювання, основні засади державної політики щодо забезпечення якості та безпеки харчових продуктів і продовольчої сировини, вимоги стосовно попередження ввезення, виготовлення, реалізації, використання неякісних, небезпечних або фальсифікованих харчових продуктів, продовольчої сировини та супутніх товарів, а також види діяльності спеціально уповноважених органів виконавчої влади щодо цього. Право українських громадян на споживання якісної та безпечної продукції, охорону навколишнього середовища, підтримку вітчизняного товаровиробника гарантується статтями 42, 43, 50 Конституції України.

Особливо швидкими темпами розвивається стандартизація товарів народного споживання, основними напрямками якої є: введення єдиної термінології; уніфікація показників якості, що відображають споживчі властивості товарів; жорсткість вимог нормативної документації до аналогічних виробів, що виробляють підприємства різних галузей народного господарства; комплексний підхід до управління якістю, надійності та безпеки продукції. Стандартизація здійснюється в тісному зв'язку з виробництвом і сферою обігу товарів, що є необхідним елементом цих суспільних процесів.

Стандартизація, як одна із проявів суспільно-економічної формації, впливає на її розвиток і стан. Піднесення суспільства, високі темпи науково-технічного прогресу, масштабні економічні й соціальні завдання обумовлюють зростання ролі нормативних документів. У зв'язку з цим вивчення науково-теоретичних основ, методики і практики стандартизації, метрології та управління якістю повинно стати невід'ємною складовою частиною в підготовці висококваліфікованих спеціалістів для різних галузей виробництва і торгівлі.



---

---

### *Запитання для самоконтролю*

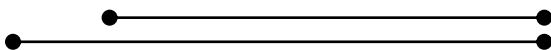
1. Фактори, що обумовлюють якість продукції.
2. Боротьба з втратами при зберіганні продукції.
3. Можливі види втрат зерна і насіння.
4. Основна мета вивчення дисципліни.
5. Роль стандартизації в підвищенні якості продукції.
6. Історія розвитку галузі.
7. Зберігання продукції за принципом біозу.
8. Зберігання продукції за принципом анабіозу.
9. Зберігання продукції за принципом ценоанабіозу.
10. Зберігання продукції за принципом абіозу.

---

---

## РОЗДІЛ 2

# ТЕХНОЛОГІЯ ПІСЛЯЗБИРАЛЬНОЇ ОБРОБКИ ЗЕРНОВИХ МАС ТА ПІДГОТОВКА ЇХ ДО ЗБЕРІГАННЯ



### 2.1. Характеристика зернових мас як об'єктів зберігання

Зернова маса – це сукупність взаємозв'язаних компонентів зерна основної культури, домішок, мікроорганізмів, комах та повітря міжзернових проміжків. Іншими словами, це штучно створена людиною екологічна система, в якій тісно взаємодіють живі організми й навколишнє середовище. Найбільший вміст у зерновій масі зерна основної культури – від 60 до 95 %. Зернову масу слід розглядати, насамперед, як комплекс живих організмів. Кожна група цих організмів або її окремі представники за певних умов так чи інакше виявляють свою життєдіяльність і тим самим впливають на стан та якість зернової маси, що зберігається. Зерно і насіння, маючи невеликі розміри та малу масу 1000 зерен, навіть у малій за масою партії містяться у великій кількості. Наприклад, в 1 т зернової маси пшениці міститься 30–40, а в 1 т проса – 150–190 млн шт. зерен.

Основою будь-якої зернової маси є зерно (насіння) певного ботанічного роду. За прийнятою класифікацією ці зерна (за умови їх доброякісності) належать до категорії основного зерна або до зерен головної культури. Переважна більшість зернової маси, як правило, неоднорідна за своїм станом – зерна різняться за розмірами, виповненістю, масою 1000 зерен, щільністю, вологістю та ін. Така неоднорідність є перш за все наслідком формування і розвитку зерна та насіння на рослині. Вона ще більше зростає в процесі збирання врожаю в результаті досить сильного механічного впливу. На одних зернах з'являються подряпини і тріщини, інші навіть розколюються, відсоток дроблених (битих) зерен може бути значним.

До складу зернової маси входять наступні компоненти:

1. Зерно (насіння) основної культури та інших культурних рослин, які за характером використання і цінності подібні до зерна основної культури. Вони за об'ємом і масою є основою зернової маси.

---

---

2. Різноманітні фракції домішок мінерального і органічного походження (в тому числі і насіння дикорослих і культурних рослин, не віднесені до основного зерна).

3. Мікроорганізми.

4. Повітря міжзернових просторів.

5. В разі наявності – комахи і кліщі.

Таким чином, певну зернову масу під час обробки і зберігання слід розглядати, насамперед, як комплекс живих організмів. Кожна група цих організмів або її окремі представники за відповідних умов можуть певною мірою проявляти життєдіяльність і впливати на стан і якість зернової маси, що зберігається.

### **2.1.1. Хімічний склад основного компонента зернових мас**

На зберігання закладають партії зерна продовольчого та насінневого призначення понад 100 різних видів зернових злакових, бобових, кормових, технічних культур. Плоди їх різняться формою, будовою, складом. У зернівці злакових, що складається із зародка, ендосперму та оболонки (дод. рис. 1), запасні поживні речовини містяться переважно в ендоспермі, в якому можна виділити багатий на жир і білок *алейроновий шар*. Насіннева оболонка малоцінна у продовольчому значенні, проте відіграє важливу роль під час зберігання зерна. Зародок, багатий на вуглеводи, білки, жири, ферменти, є визначальним при проростанні зерна. Він важко піддається обробці, а після відокремлення від зерна швидко псується. Під час переробки зерна зародок зазвичай відокремлюється від ендосперму й надалі зберігається чи переробляється за іншими технологіями і режимами.

У насінні бобових культур запасні речовини зосереджуються в зародку – в *сім'ядолях*. Насіння різних олійних культур неоднакове за будовою: зовнішня частина одних є насінною, а інших – плодовою оболонкою. Більшу частину насінини соняшнику, сої, льону становить зародок, а рицини – ендосперм.

Не зважаючи на різну будову зерна (насіння), його для зручності викладу матеріалу називатимемо зерною масою.

Головне значення для наступного використання має стан ендосперму зерна і насіння.

Водночас зернівка є цілісним організмом і зміни в якості однієї її частини неминуче зумовлюють зміни в інших. Тому зернові маси оцінюють за їх основним компонентом – зерном, як комплексу хімічних і фізичних властивостей. Хімічний склад і фізичні властивості зерна залежать від кліматичних, метеорологічних умов, технології вирощування, проте в межах одного роду культур вони характеризуються певними середніми значеннями.

За *хімічним складом* насіння (зерно) зернових, круп'яних, олійних та ефіроолійних культур поділяють на чотири групи:

1) багате на крохмаль (55–80 %) – хлібні злаки (жито, пшениця, овес, ячмінь, рис, кукурудза), круп'яні (гречка, просо);

- 2) багате на білок (понад 20 %) – бобові (горох, квасоля, люпин, соя);  
 3) багате на олію (понад 35 %) – соняшник, льон, гірчиця, ріпак, мак, кунжут, рицина;  
 4) багате водночас на рослинну та ефірну олії – коріандр, кмин, фенхель (табл. 2.1).

Таблиця 2.1

## Середній хімічний склад зерна і насіння (з розрахунку на 100 г маси), г

Культура	Вода	Білки	Жири	Моносахариди	Крохмаль	Клейковина	Зола	Енергетична цінність, кДж
<i>Зернові</i>								
<i>Пшениця:</i>								
м'яка озима	14,0	11,2	2,1	1,2	54,0	2,4	1,7	1212
м'яка яра	14,0	12,5	2,3	0,9	53,0	2,5	1,7	1216
тверда	14,0	13,0	2,5	0,8	54,5	2,3	1,7	1258
Жито	14,0	9,9	2,2	1,5	54,0	2,6	1,7	1199
Тритикале	14,0	12,8	2,1	1,0	53,5	2,6	1,7	1224
Овес	13,5	10,0	6,2	1,1	36,5	10,7	3,2	1045
Ячмінь	14,0	10,3	2,4	1,3	48,1	4,3	2,4	1103
Просо	13,5	11,2	3,9	1,9	54,7	7,9	2,9	1300
Гречка	14,0	10,8	3,2	1,5	52,9	10,8	2,0	1233
Рис	14,0	7,4	2,6	0,9	55,2	9,0	3,9	1183
Сорго	13,5	10,6	4,1	1,6	58,0	3,5	2,2	1350
<i>Кукурудза:</i>								
зубоподібна	14,0	8,3	4,0	1,6	59,8	2,1	1,2	1337
кремениста	14,0	9,2	1,2	1,6	57,3	2,2	1,2	1320
крохмалиста	14,0	9,4	4,8	1,6	58,0	2,0	1,1	1358
восковидна	14,0	10,1	5,0	1,5	54,3	2,0	1,5	1312
цукрова	14,0	11,2	4,5	8,0	29,9	2,5	1,3	1412
розлусна	14,0	10,7	4,3	3,0	55,0	2,0	1,1	1329
(в середньому)	14,0	10,3	4,9	1,6	56,9	2,1	1,2	1358
високолізінова	14,0	11,2	4,8	1,3	53,9	2,1	1,4	1312
<i>Зернобобові</i>								
Горох	14,0	20,5	2,0	4,6	44,0	5,7	2,8	1245
Квасоля	14,0	21,0	2,0	3,2	43,4	3,9	3,6	1220
Чина	14,0	24,4	2,2	3,1	38,2	4,9	3,0	1195
Сочевиця	14,0	24,0	1,5	2,9	39,8	3,7	2,7	1187
Нут	14,0	20,1	4,3	3,2	43,2	3,7	3,0	1291
Соя	12,0	34,9	17,3	5,7	3,5	4,3	5,0	1388

---

---

Вплив *географічного фактора* на хімічний склад зерна очевидний. Так, вміст білка більший у зерні злакових культур, вирощених за однакового забезпечення поживними речовинами на південному сході та півдні країни; в насінні соняшнику, вирощеного в північних районах, формується більший вміст ненасичених жирних кислот; в умовах жаркого клімату в насінні бобових збільшується вміст солерозчинних білків і зменшується вміст водорозчинних. Водночас фактор збільшення вмісту білка діє лише за температури не вище 30 °С.

Різноманітність хімічного складу спостерігається навіть у зерні з різних частин колоса (зерно середньої частини колоса багатше на білок, зерно кукурудзи з нижньої частини качана найкраще за хімічним складом).

### **2.1.2. Характеристика інших компонентів зернових мас**

У зерновій масі, крім зерна основної культури, є домішки насіння інших культурних рослин і бур'янів, органічні та мінеральні домішки, зерна, пошкоджені шкідниками хлібних запасів тощо. Кількість цих домішок та їх якісний склад залежать від рівня агротехніки, способів і організації збирання врожаю. Наявність домішок не тільки знижує цінність зерна, а й посилює неоднорідність зернової маси, збільшує її об'єм. Це вимагає додаткових витрат, зокрема на затарювання й перевезення зернових мас. Крім того, наявність домішок у свіжозібраних зернових масах різко впливає на їх збереженість. Це зумовлено тим, що насіння бур'янів, як правило, має підвищену вологість, що, в свою чергу, підвищує вологість зерна. За цих умов посилюються процеси дихання насіння, створюється сприятливе середовище для розвитку мікроорганізмів.

*Негативна дія мікроорганізмів є головним чинником зниження якості зерна і його псування.* Вони з'являються на зерні ще в період вегетації рослин, збільшується їх кількість у процесі збирання й обробки за контактів насіння з пилоподібними часточками ґрунту. *Величезні втрати зернових мас під час їх зберігання пов'язані з розмноженням різних комах:* довгоносиків, чорнушок, хрущаків, зерноїдів, молі, вогнівок, частково кліщів та ін. Ці шкідники заражають зерно на токах, у сховищах, під час перевезення, очищення через обладнання і тару. За своєчасного знезаражування токів, знищення минулорічних органічних решток, дезінфекції зерносховищ, тари, мішків і транспортних засобів обладнання токів і сховищ перед збиранням нового врожаю значно зменшується можливість зараження свіжозібраного зерна.

Неоднорідність зерен та домішок за формою і розмірами зумовлює наявність у зерновій масі міжзернових проміжків, так званих *шпарин*. Повітря, яке заповнює ці проміжки, істотно впливає на компоненти зернової маси, одночасно змінюючись за своїм складом, температурою і навіть тиском.

*Мікроорганізми та їх роль в період доробки та зберігання зерна і насіння.* На поверхні зерна і насіння будь-якої культури, незалежно від віку та якісного стану, знаходяться мікроорганізми, оскільки ріст і розвиток рослин

та формування плодів відбуваються в умовах, де є значна їх кількість (табл. 2.2).

Факторів, які впливають на стан і розвиток сапрофітних мікроорганізмів у зерновій масі, дуже багато. Вирішальне значення серед них мають: середня вологість зернової маси і вологість окремих її компонентів, температура і ступінь аерації, цілісність і стан покривних тканин та життєві функції зернини, кількість і видовий склад домішок.

*Мікрофлора зерна складається з мікроорганізмів, що заселяють рослини.* Вони поділяються на: *епіфітні*, властиві кожному роду і виду рослин; *рослинні паразити* та *паразити*, які випадково потрапили на рослини; *мікроорганізми*, які потрапили в зернову масу під час збирання врожаю та неправильного зберігання і перевезення.

Таблиця 2.2

### Видовий склад мікрофлори зернових мас основних зернових культур

Сапрофітні мікроорганізми		Фітопатогенні мікроорганізми	Мікроорганізми, патогенні для тварин або людини
типові епіфіти	інші сапрофіти		
а) Бактерії: Ps. herbicola, Ps. fluorescens	а) Бактерії: Bac. Mesentericus (картопляна паличка), Bac. subtilis (сінна паличка), Bac. proteus, Bac. micoides (гнильна паличка); бактерії кислотних бродінь, коки, мікрококи і сарцини	а) Бактеріози, що викликають щуплість зерна: Bac. franslucens, Bac. atrofaciens	а) Бактерії, що викликають захворювання у тварин і у людини: збудники бруцельозу, туляремії, туберкульозу, сибірської виразки, сапу та ін.
б) Дріжджі: білі і рожеві із роду Torula, дріжджі верхового бродіння (сахароміцети)	б) Плісневі гриби: мукорові – Mucor mucedo, Mucor racemosus, Rhizopus nigricans; аспергілові – A. niger, A. glaucus, A. fwnigatus, A. glavatus, Penicillium claucum; інші гриби – Monilia, Oidium та ін.	б) Мікози, різні види сажки злакових, ріжки; різні види фузаріуму: Nitrospora, Diplodia zeae	б) Бактерії, що викликають захворювання у людини: збудники стовбняку, газової гангренни, гноерідні коки та ін.
в) Плісневі гриби: Alternaria, Cladosporiwn Dematiurn, Trichothecium	в) Актиноміцети і споріднені їм організми		

---

---

За способом життя і впливом на зерно розрізняють три групи мікрофлори зернової маси: сапрофітну, фітопатогенну і патогенну.

Сапрофітні мікроорганізми – бактерії, дріжджі, плісєневі гриби й актиноміцети.

Бактерії більше поширені у свіжозібраному зерні та в партіях доброякісного зерна. Основні представники бактерій належать до родів *Ervinea* і *Pseudomonas*.

*E. herbicola aureum* – рухлива дрібна бактерія, яка не утворює спор, має форму палички завдовжки 1–3 мкм. На твердих живильних середовищах вона утворює колонії золотистого кольору. Другий вид бактерій цього роду *E. Herbicola rubrum* на щільних середовищах утворює колонії червоного кольору. В партіях свіжозібраного зерна *E. Herbicola* становить 92–95 % усієї кількості бактерій, що свідчить про високу якість зерна та його свіжість, оскільки ці бактерії зерно не псують, вони живляться продуктами виділення зерна.

Бактерії, що утворюють спори, в зерновій масі представлені переважно картопляною (*B. mesentericus*) і сінною (*B. subtilis*) паличками. Будучи типовими сапрофітами з дуже стійкими спорами, вони можуть зберігатися у зерновій масі досить тривалий час. Спори їх високотермостійкі, не гинуть в процесі випікання хліба, тому його м'якуш після їх розмноження втрачає пружність, стає липким, легко розтягується – такий хліб непридатний для вживання.

У зернових масах трапляються також поодинокі збудники гнильних процесів *Fycoides*, *Droteus*, а також бактерії, що зумовлюють кислотне бродіння (молочнокисле, маслянокисле), та кокові форми бактерій, які інтенсивно розвиваються під час самозігрівання зерна.

Дріжджі – це одноклітинні організми різної форми, більші за бактерії. На якість зерна під час зберігання вони істотно не впливають, однак за певних умов можуть надавати йому комірного запаху.

Плісєневі гриби – друга за чисельністю група мікроорганізмів у зерновій масі (1–2 % від загальної кількості мікроорганізмів). Вони невибагливі до умов середовища і здатні розмножуватися в широкому діапазоні вологості й температури. Розвиваються за рахунок органічних речовин зерна, що призводить до втрати його маси, погіршення якості або повного псування, зміни кольору, появи неприємних запаху і смаку. Понад 80 % втрат зерна від діяльності мікрофлори припадає на діяльність плісєневих грибів.

Актиноміцети – це променеві гриби, які потрапляють у зернову масу з грудочками ґрунту під час збирання врожаю. Чисельність їх у масі свіжозібраного зерна невелика, проте за сприятливих умов вони швидко розвиваються, спричинюючи самозігрівання зерна.

Мікробіологічні процеси в зерні протікають з великою швидкістю. Вологе і сире свіжозібране зерно вже через кілька днів може втратити схожість, у ньому утворюються токсини, виникає стійкий затхлий запах.

Основний спосіб запобігання псуванню зерна – якнайшвидше післязбиральне очищення його від домішок та просушування до сухого стану.

---

---

Зниження температури також пригнічує активність мікроорганізмів у зерновій масі, проте і за температури 5–10 °С плісневі гриби здатні повільно розвиватися на зерні з підвищеною вологістю. Тому сире охолоджене зерно, особливо насінневого призначення, можна задовільно зберігати недовго, оскільки добре зберігання його можливе тільки в сухому стані.

До *фітопатогенних мікроорганізмів* у зерновій масі належать бактерії, гриби і віруси. Вони викликають різні захворювання рослин – бактеріози (збудники – бактерії) та мікози (збудники – гриби).

Збудники хвороб потрапляють на рослини переважно або з непротравленим насінням чи за допомогою комах, вітру, з краплинами дощу. На поверхні рослини вони розвиваються й утворюють міцелій та спори. Всередину рослин мікроорганізми проникають через отвори (продихи) або пошкоджені покривні частини рослини чи після руйнування їх ферментами.

Пошкоджені фітопатогенними мікроорганізмами рослини або гинуть, або формують менший урожай зниженої якості. Відомо, що фітопатогенні мікроорганізми не впливають на збереженість зернової маси, а впливають на продукти переробки, вони (ріжки, сажка) є шкідливими домішками, наявність яких жорстко регламентується стандартами на зерно. Мікроорганізми, патогенні для людини і тварин, потрапляють у зернову масу здебільшого випадково. Вони можуть бути безпосереднім джерелом поширення деяких інфекцій тільки для людини або тільки для тварин.

*Патогенні мікроорганізми* розповсюджуються хворими людьми і тваринами або їх бацилоносіями. Деякі мікроби проникають у ґрунт, де не лише живуть, а й розмножуються протягом тривалого часу, тому ґрунт може бути джерелом небезпечних захворювань.

Переносниками інфекцій, зокрема, є гризуни і свійські тварини. Як правило, в партіях зерна важко виявити збудників захворювань людини і тварин. Тому зерно, яке надходить на заготівельні пункти з районів, де є інфекційні захворювання, приймають з дотриманням заходів, передбачених спеціальними інструкціями.

Характер зміни кількості і видового складу мікроорганізмів залежить від умов зберігання зернової маси. За несприятливих умов для розмноження чисельність мікроорганізмів зменшується. Тривале зберігання зерна в цьому випадку не сприяє повному знищенню їх, відбувається тільки зміна їх якісного складу.

Якщо у зерновій масі створюються сприятливі умови для розвитку мікроорганізмів, то насамперед у ній розвиваються плісневі гриби. Вони менш вибагливі до умов життя, ніж бактерії, і можуть активно розвиватися з самого початку зберігання зерна, викликаючи значні зміни його якості. Однак навіть після припинення розвитку грибів, ліквідувати наслідки їх розвитку не вдається і, тому партія зерна стає непридатною для тривалого зберігання.

Під дією життєдіяльності мікроорганізмів змінюються насамперед основні показники свіжості зерна – колір, блиск, запах, смак. У міру прояву їх життєдіяльності свіжість зерна змінюється в такій послідовності: тьмяне без блиску, плямисте й потемніле, на окремих зернинах утворюються колонії



---

---

плісневих грибів і бактерій, темніє значна кількість зерен, виявляються зіпсовані (запліснявілі і загнилі), а надалі за самозігрівання зернової маси – чорні й обвуглені зерна. Одночасно із зміною кольору зерна відбувається розклад речовин його вмісту, зумовлене розвитком мікроорганізмів, та виникають різні запахи. Отже, відхилення показників свіжості зерна від нормальних значно погіршує його технологічні властивості. Наприклад, пліснявіння зерна супроводжується зниженням його схожості й утворенням мікотоксинів – продуктів життєдіяльності багатьох плісневих грибів, які досить токсичні для людини і тварин.

*Шкідники хлібних запасів.* До основних шкідників хлібних запасів належать *комахи* (жуки, метелики, кліщі), *птахи* і *мишоподібні гризуни*. У процесі своєї життєдіяльності комірні шкідники знищують зерно, погіршуючи його якість та спричинюючи самозігрівання, виділяють тепло і вологу, підвищуючи температуру та вологість зернової маси. В цих умовах активізується життєдіяльність мікрофлори, яка викликає подальше підвищення температури і вологості зерна, що зберігається. Підвищення температури і вологості зерна відбуваються досить інтенсивно, внаслідок чого воно самозігрівається. Крім того, екскременти шкідників засмічують зерно і можуть потрапити в борошно під час його переробки, різко знижують якість борошна та випеченого хліба. Інколи таке зерно стає непридатним для використання на продовольчі цілі.

Серед шкідників хлібних запасів є види, які спочатку живуть у полі, а потім – у сховищі, наприклад, деякі види борошноїдів, метеликів, горохова зернівка. Із зерном з поля комахи (також зерновий точильник, зернова міль) потрапляють у зерносховища.

На відміну від мікроорганізмів, комахи можуть активно розвиватися в сухому зерні. А такі способи сушіння, як повітря-сонячне чи активним вентиляванням і доведення зерна до сухого стану не забезпечують захисту його від шкідників. Тільки вологість зерна нижче 9–10 %, що на практиці буває дуже рідко, пригнічує їх розвиток. Відповідно до державних стандартів навіть за наявності в зерні одного живого представника комах-шкідників воно вважається зараженим.

Найважливішим фактором, що впливає на інтенсивність розвитку комах і кліщів у зернових продуктах та зерносховищах, є температура. Оптимальні умови для розвитку шкідливих комах створюються за температури 20–28 °С. Наприклад, потомство комірного довгоносика за температури 25–26 °С з'являється приблизно через 30, а за 12 °С – через 209 діб. Більшість комах погано переносять температуру 10–11 °С: за 0 °С вони залякають, а за більш низької – гинуть. Так, за температури мінус 15 °С шкідники гинуть протягом доби. Підвищена температура (понад 35 °С) також несприятливо позначається на життєдіяльності шкідників: у них припиняється відкладання яєць. За 38–40 °С відбувається їх теплове залякання, а вище 48–55 °С вони гинуть.

Кліщі є менш вибагливими до високої температури і тривалий час витримують мінусову температуру, однак вони можуть забезпечити себе

---

---

поживою тільки за підвищеної вологості зернової маси. Сушіння зерна до сухого стану (12–13 %) практично виключає зараження його кліщами. Останні є менш небезпечними, ніж інші шкідники зерна, тому, згідно з державними стандартами, допускається приймання зерна, зараженого кліщами.

Крім температури, на розвиток кліщів істотно впливає вологість зернової маси. Тіло комах – шкідників зернових продуктів на 48–67 % складається з води. Тому лише за вмісту у зернових продуктах певної кількості вологи комахи і кліщі можуть існувати і розмножуватися, оскільки поповнення води в їхньому організмі необхідне внаслідок втрати її в процесі дихання, виділення з екскрементами тощо.

В умовах без доступу кисню (вміст його не більше 1–2 %) комахи й кліщі гинуть. Якщо його в окремих шарах зернового насипу не вистачає, комахи й кліщі переміщуються в ділянки, багатші на кисень.

Вміст у зерновій масі різних компонентів зумовлює її специфічні властивості, які потрібно враховувати під час зберігання та обробки. Розрізняють фізичні та фізіологічні властивості зернової маси.

### ***2.1.3. Загальні показники якості партій зерна і насіння різних культур продовольчого, фуражного і технічного призначення***

Різномічне використання зерна і насіння різних культур зумовлює потребу у визначенні цінності їх з урахуванням вимог кожної галузі народного господарства. Існують численні ознаки, за якими визначають якість зерна і насіння. Деякі з них дуже специфічні, і виявляти їх слід тільки для окремих партій зерна тієї або іншої культури, що використовується на певні потреби. Проте є й ознаки універсальні, за якими можна скласти уявлення про основи харчової і технічної цінності будь-якої партії зерна.

Виходячи з цього, показники якості залежно від їхнього значення та обов'язковості, за оцінки різних партій можна поділити на три групи:

1. *Обов'язкові для всіх партій зерна і насіння певної культури, що використовується на будь-які потреби.* Показники цієї групи визначають на всіх етапах заготівель і переробки зерна, починаючи від формування партій під час збирання врожаю. До них належать: ознаки свіжості і стиглості зерна (зовнішній вигляд, запах і смак); зараженість шкідниками хлібних запасів; вологість і вміст домішок, їх включено до державних стандартів. Про показники цієї групи і їхню природу спеціаліст сільського господарства повинен мати повне уявлення. З урахуванням вимог до цих показників слід готувати партії зерна до їх реалізації.

2. *Обов'язкові за оцінки зерна деяких культур або партій зерна для певного цільового призначення.* Прикладом показників, що нормуються для зерна або насіння деяких культур, може бути натура пшениці, жита, ячменю, вівса і соняшнику. Для зерна круп'яних культур, що використовується на виробництво крупи, визначають крупність (за розмірами) і вміст ядра та квіткових плівок. Для ячменю, що є сировиною для пивоваріння і спиртового

---

---

виробництва, визначають і нормують схожість та енергію проростання. Ці показники обов'язкові і для жита, вівса та проса, що використовуються у спиртовому виробництві (для приготування солоду).

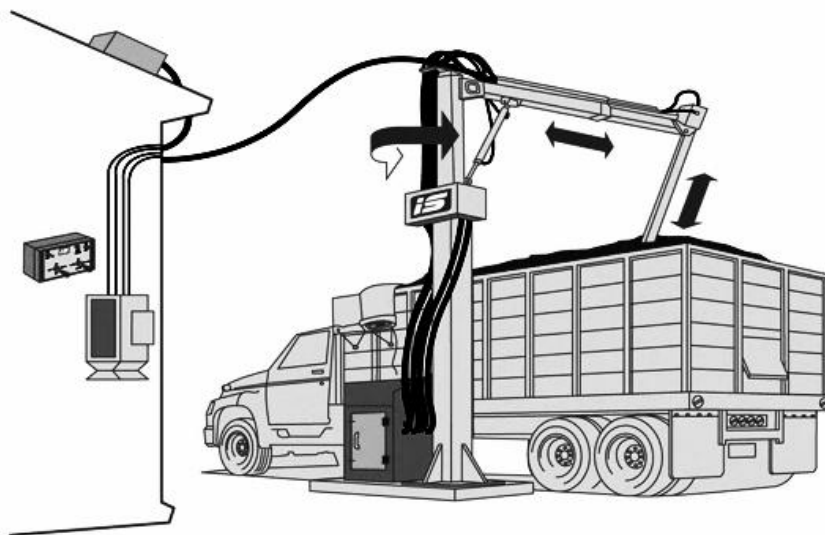
Важливе значення мають специфічні показники якості пшениці (склоподібність, вміст і якість сирової клейковини, число падання тощо), які унормовуються вимогами державного стандарту на зерно пшениці. Усі показники цієї групи мають істотне значення і для переробників зерна.

3. *Додаткові показники якості.* Їх перевіряють залежно від потреби, що виникла на різних етапах хлібообороту. Так, іноді визначають повний хімічний склад зерна або вміст у ньому деяких речовин (найчастіше білків, амінокислот або жиру), виявляють особливості видового і кількісного складу мікрофлори (наприклад, на зараженість гельмінтоспорами, фузаріозами), досліджують залишковий вміст фумігантів у зерні після його газациї з метою дезінсекції та ін.

Оцінку кожної партії зерна або насіння починають з визначення показників, що належать до першої групи. Потім з урахуванням цільового призначення партії визначають показники, властиві, даному роду і виду зерна або насіння, передбачені державним нормуванням. Решту показників визначають в міру потреби.

Для проведення аналізів беруть середній зразок зерна масою 2 кг. Його відбирають з вихідного зразка, який утворюють із точкових проб.

Відбирають проби зерна згідно з ДСТУ ISO 13690; ДСТУ 3355.



**Рис. 3. Технологічна схема автоматичного пробовідбирника зерна**

Під час масового продажу зерна оцінка якості і розрахунок за нього на державних хлібоприймальних пунктах можуть бути зроблені за середньодобовим зразком. Його складають окремо для кожного товаровиробника з вихідних зразків, відібраних із зерна, доставленого

---

---

кожною автомашиною. У цьому разі від партії зерна масою 1,5 т вихідний зразок становить одну мірку місткістю 200 см<sup>3</sup>.

Складання середньодобового зразка допускається лише за достатньої однорідності партій зерна, що надходить з господарства, як за сортовою належністю та органолептичними ознаками, так і за вологістю і зараженістю, які визначають встановленими методами.

Нижче наведено характеристику обов'язкових показників якості продукції на прикладі зерна.

*Ознаки свіжості.* Кожному виду зерна і насіння властиві певні запах, смак і колір. Відхилення від цих ознак свідчить про зміну внутрішньої природи і властивостей сировини в бік погіршення, робить її неповноцінною або навіть непридатною для використання. Ось чому ці ознаки, що визначаються органолептично, мають велике значення і входять до показників державного нормування. Стан партії зерна відповідно до цих ознак дістав загальну назву свіжості. Визначають запах, колір і знебарвленість зерна згідно з ГОСТ 10967.

*Зовнішній вигляд* – ознака, що змінюється з багатьох причин. Основні з них: несприятливі умови в період формування і досягання (запал суховієм, ранні заморозки, надмірне зволоження, що призводить до проростання зерна в колосі, та ін.); пошкодження зерна комахами-шкідниками як у полі, так і в сховищах; активний розвиток фітопатогенних або сапрофітних мікроорганізмів; неправильна обробка партій зерна (сушіння, очищення, знезаражування та ін.).

Наявність набубнявілих і пророслих зерен також зобов'язує особливо уважно ставитись до оцінки партії. Проросле зерно не дає потрібного виходу борошна. З такого борошна не можна виробити хліб нормальної якості. Проросле насіння олійних культур характеризується високим кислотним числом жиру та ін.

Пошкодження зерна пшениці в колосі клопами-черепашками позначається на його зовнішньому вигляді (виповненості і кольорі). Різко змінюються його біохімічні властивості й хлібопекарські якості. Пошкодження зерен клопами-черепашками особливо характерне для пшениці.

Найважливішим фактором, який впливає на зміну зовнішнього вигляду зерна, його кольору і блиску, є життєдіяльність мікроорганізмів. Активний розвиток їх у польових умовах або сховищах нерідко супроводиться деформацією зернини або насінини, зміною забарвлення, стану покривних тканин, хімічного складу і технологічних властивостей. Так, внаслідок розвитку деяких бактеріозів (чорного, базального) і мікозів (фузаріози, гелмінтоспоріози та ін.) зерно стає шуплим, зморщеним, з погано розвиненим ендоспермом. Часто при цьому змінюється і колір зернини – з'являються чорні плями (чорний бактеріоз), рожеве забарвлення (утворення конідій фузаріуму), почорніння зародка (внаслідок розвитку гелмінтоспоріуму) та ін.

Іноді зерно буває забрудненим спорами грибів, якщо в партії є мішечки твердої сажки. За руйнування мішечків спори масами прилипають до різних частин зернини.

---

---

В зерні з підвищеною вологістю, що зберігається на токах і в сховищах, можуть розвиватися різні сапрофітні мікроорганізми. У цьому випадку на окремих зернинах утворюються колонії бактерій або плісневих грибів, через що зерно втрачає блиск, стає плямистим. Потемніння зерна відбувається і від самозігрівання.

Втрата властивих зернині або насінині блиску і кольору відбувається і внаслідок неправильно проведеної післязбиральної доробки партій зерна з метою підвищення їхньої якості (сушіння в зерносушарках, газация тощо).

Колір зерна і насіння визначають при розсіяному денному світлі, порівнюючи досліджуваний зразок з еталоном. Зерна, які мають істотні відхилення за кольором, під час аналізу на вміст домішок відносять як неповноцінні або до зернової, або смітної домішки.

*Запах зерна і насіння.* Поява в партії зерна або насіння запахів, не властивих даній культурі, свідчить про відхилення від норми внаслідок несприятливих впливів. Різноманітність сторонніх запахів досить велика, проте їх можна поділити на дві групи: запахи сорбційного походження і запахи розкладу.

Запахів першої групи зерно і насіння набувають внаслідок сорбційних властивостей. Залежно від природи сорбованих парів і газів та впливу їх на якість зерна ці запахи можна поділити на: а) запахи ефірної олії; б) запахи, що набуваються під час доробки зернових мас; в) запахи випадкові, яких набуває зерно в разі порушення правил поводження з ним.

Друга група запахів утворюється в зерновій масі внаслідок біологічних процесів, що відбуваються в ній. Вони дістали назву *запахів розкладу*, тому що виникають внаслідок утворення продуктів розпаду певних органічних речовин. Характерними запахами цієї групи є: комірний, солодовий, затхлий і гнильний.

Запах визначають у цілому або молотому зерні. Для кращого розпізнавання запахів рекомендується зігріти жменю зерна (близько 100 г) диханням або потримати його в сітці над парою чи залити в склянці гарячою водою (60...70 °С), а потім, випивши воду, визначити запах.

*Смак зерна.* Зовнішній вигляд і запах дають достатнє уявлення про свіжість партії зерна. Смак визначають значно рідше (коли виникають сумніви щодо визначення запаху). Так, смак перевіряють за наявності солодового або полинового запаху.

Смак нормального зерна злакових культур і гречки, а також насіння більшості бобових культур виражений слабо. Найчастіше він буває прісним, а в насінні ефіроолійних культур – пріямим. Як відхилення від норми розрізняють солодкий, гіркий і кислий смак.

*Зараженість хлібних запасів шкідниками.* У світовій практиці відомо кількасот видів комах і десятки видів кліщів, що є шкідниками хлібних запасів. Втрати у масі і зниження якості зернових продуктів через цих шкідників настільки великі, що захист продуктів від знищення і псування ними належить, до державних заходів.

---

---

Одним із заходів, спрямованих на скорочення втрат зернових продуктів, є нормування всіх партій зерна і насіння за ознакою зараженості їх шкідниками. Цей показник є обов'язковим в нормуванні якості хлібних запасів.

*Зараженість зерна* – це наявність у міжзерновому просторі, всередині окремих зернин живих шкідників хлібних запасів – комах або кліщів на різних стадіях розвитку. Вона може виражатися в явній або прихованій формах.

*Зараженість зерна шкідниками в явній формі* – це наявність у міжзерновому просторі живих шкідників хлібних запасів – комах або кліщів на різних стадіях їх розвитку.

*Зараженість зерна шкідниками в прихованій формі* – це наявність усередині окремих зерен живих шкідників хлібних запасів на різних стадіях їх розвитку.

Слід зазначити, що з кількох десятків видів комах, поширених в Україні, найбільшу небезпеку зерну як за ареалом, так і за заподіяваною шкодою становлять комірний і рисовий довгоносик, малий борошняний хрущик, удавальник-злодюжка, зерновий точильник, рудий борошноїд, зернова міль і млинова вогнівка.

Як свідчать досліди і практика останніх років, усі кліщі, шкідники хлібних запасів, набагато небезпечніші, ніж комахи. За державним нормуванням партії зерна, заражені комахами, шкідниками, вважаються некондиційними. Наявність комах не допускається навіть обмежувальними кондиціями, а зараженість, кліщами допускається. Це, зокрема, слід враховувати під час проведення робіт із зерном у сільському господарстві починаючи із збирання врожаю. Зараженість зерна визначають у середньому зразку після виділення з нього великих домішок. Для цього його просівають крізь два сита (з отворами діаметром 1,5 мм у нижньому і 2,5 мм у верхньому) вручну протягом 2 хв при 120 кругових рухах за хвилину або механізованим способом протягом 1 хв при 150 кругових рухах за хвилину.

Зараженість виражають кількістю живих шкідників в 1 кг зерна. Мертвих комах відносять до смітної домішки і при визначенні зараженості не враховують. Ступені зараженості встановлені за найпоширенішими шкідниками. Так, для кліщів перший ступінь зараженості від 1 до 20 включно; другий – понад 20; третій – кліщі після просівання утворюють масу, яка нагадує повсть (“повстяний шар”).

Для довгоносику перший ступінь – до 5, другий – від 6 до 10, третій – понад 10.

Хлібоприймальні пункти не приймають зерно, заражене комахами-шкідниками. Партії зерна, заражені кліщами, приймаються із знижкою закупівельної ціни.

Визначають зараженість шкідниками зерна згідно з ДСТУ ISO 6639-1; ДСТУ ISO 6639-2; ДСТУ ISO 6639-3; ДСТУ ISO 6639-4.

*Вологість зерна і насіння.* Вміст вільної і частково зв'язаної води, яка визначається висушуванням зерна стандартними методами. Вологість зерна визначають згідно з ISO 712-85; ГОСТ 29143491; ISO 711-85.

---

---

Наважка зерна для визначення вологості, виділена із середнього зразка, містить і домішки, які є в цій партії, це потрібно знати тому, що визначається середня вологість партії, а вологість домішок, що є в ній (зокрема насіння бур'янів), може різко відрізнятись від вологості зерна основної культури. Найбільша різниця звичайно буває у свіжозібраному зерні в перші години після утворення зернової маси.

Вологість як показник якості зерна має подвійне значення – економічне й технологічне. Людина цінить у зерні суху речовину, а не воду. Звідси потреба нормувати вміст води і оплачувати вміст сухих речовин.

В основу розрахунків за зерно покладено базисну норму вологості, відхилення від якої змінює оплачувану фізичну масу доставленої партії зерна. Так, за кожний зайвий процент вологи проти базисної знижується фізична маса на 1 % (тобто процент за процент), а за кожний процент або його частину, нижчі за базисну вологість, роблять відповідну надбавку до маси партії.

Зерно з підвищеною вологістю слід висушити, інакше його не можна зберегти. У зв'язку з цим крім натуральних знижок з фізичної маси хлібоприймальні пункти для покриття витрат стягують плату за сушіння зерна і насіння.

Технологічне значення вологості велике. Так, зернові маси можна зберігати протягом тривалого часу з мінімальними втратами, якщо вони сухі, тобто в них немає вільної води. Для успішної переробки зерна також потрібна певна вологість (для злакових та бобових – 14–16 %, а для олійних ще менше).

У стандартах виділяють залежно від вологості сухе, середньої сухості, вологе і сире зерно або насіння. Для прикладу наводимо межі вологості зерна пшениці, жита, ячменю, рису-сирцю і гречки залежно від стану сухості:

Сухе	До 14 % включно
Середньої сухості	Від 14 до 15,5 % включно
Вологе	Від 15,5 до 17 % включно
Сире	Понад 17 %

Сухе зерно добре зберігається і його можна закласти на зберігання насипом заввишки до 30 м. Вода в такому зерні міцно зв'язана з гідрофільними колоїдами, нерухома і не бере участі в реакціях обміну речовин. У зв'язку з цим процеси життєдіяльності в зерні (дихання тощо) понижені, немає умов і для розвитку мікроорганізмів.

Сухе зерно перед переробкою на борошно зволожують до 15,5–18 %. Стан середньої сухості характеризується тим, що в зерні вже з'являється невелика кількість вільної води. Рівень, за якого з'являється вільна волога, отримав назву *критичної вологості*. За такої вологості вже помітно зростає інтенсивність дихання зерна, і за певних умов, можуть активно розвиватися мікроорганізми.

Вологість насіння, зерна та інших продуктів, що мають гігроскопічні властивості, визначають різними методами. Найбільш поширені методи визначення вологості за сухим залишком та електричні.

---

---

Визначення вологості проводять основним методом (без попереднього підсушування) та з попереднім підсушуванням.

Метод визначення вологості за сухим залишком, тобто коли кількість води встановлюють за різницею у масі наважки до і після висушування, має багато модифікацій. Вони різняться часом і температурою нагрівання наважки цілого або меленого зерна, а також ступенем його подрібнення. Однак усі застосовувані варіанти повинні забезпечити можливість якнайповнішого зневоднення зерна без відчутних втрат його сухої речовини.

У нашій країні стандартним методом визначення вологості за сухим залишком є висушування наважок меленого зерна (5 г) за температури 130 °С протягом 40 хв. Досліди показали, що скорочувати строк висушування за рахунок підвищення температури (понад 130 °С) не можна. Для висушування зерна і насіння застосовують різні сушильні шафи. Найдосконалішими є шафи з електричним обігрівом та автоматичним регулюванням температури – марок СЕШ-1 і СЕШ-3.

Відсоток вологості розраховують за формулами, наведеними в діючому стандарті на методи визначення вологості.



**Рис. 4. Загальний вигляд сушиarki СЕШ-3**

Зерно з вологістю понад 17 % попередньо підсушують. Для цього наважки масою 20 г в сітчастих бюксах ставлять у сушильну шафу, нагріту до 110 °С, і витримують за температури 105 °С (за вологості до 20 % зерна жита, пшениці – 4 хв; вівса, проса, гречки, сорго – 3 хв; ячменю, рису – 5 хв; чини, вики, сочевиці – 7 хв; кукурудзи, гороху, квасолі, нуту – 10 хв). За вищої вологості тривалість сушіння збільшується. Після підсушування зерно охолоджують, зважують і розраховують вологість за відповідними формулами. Цей метод вважається стандартним і лише він є обов'язковим



для визначення вологості того зерна, яке продається і купується згідно з контрактами (з державою чи іншим заготівельником).

Електричні методи ґрунтуються на тому, що із зміною вологості зернової маси змінюються її електропровідність і діелектрична проникність. Тепер у нашій країні і за кордоном широко використовуються електровологоміри, дія яких ґрунтується на одному з цих принципів. Принцип електропровідності покладено в основу роботи електровологомірів.

У таблиці 2.3 наведені характеристики дієлькометричних вологомірів, заявлених виробниками, які представлені (пропонуються до продажу) на території нашої країни.

Таблиця 2.3

**Основні технічні характеристики дієлькометричних вологомірів, представлених на ринку країни**

Назва приладу	Країна - виробник	Діапазон вимірювання, %	Похибка вимірювання/сходимість, %	Тривалість вимірювання, хв	Маса, кг/потужність споживання, Вт	Діапазон робочих температур, °С
PM-400 "Kett"	Японія	6 – 30	±0,5		1,5	
Аквасерч-600 "Kett"	Японія	1 – 40	±0,5		1,7	
WILE-65	Фінляндія	8 – 35	±1...1,5		0,8	0 – 60
Sinar AP 6060	Швеція	1 – 35	±0,3	(6)		0 – 55
Grain Master	США	5 – 40	±0,25/0,25		0,6	0 – 40
Mu1ti-Grain	США	6 – 45	±0,5		1,5	
Farmpoint	Данія	5 – 45	±0,5		2,0	
GAC500	США	5 – 45	±0,5/0,1		5,4	0 – 50
HE-50	Німеччина	8 – 35	±0,5		3,2	
Superpoint	Данія	5 – 45	±0,5		0,75	0 – 45

Визначення вологості, пов'язане з вимірюванням діелектричної проникності, проводять у змінному електричному полі високої частоти. З приладів, які працюють за цим принципом, можна назвати ВЗБ "Стейнлайт" (США), "Трансґро" (УНР) та ін. Для попереднього експрес-визначення вологості зерна при його відправленні використовують вологоміри ВЗПК-1 і ПВЗ-102.

Перевага електричних методів полягає в тому, що при користуванні ними витрачають мало часу. Досвідчений працівник визначає вологість наважки зерна за 1–3 хв.

Докладний опис правил визначення вологості різними методами (за сухим залишком та електричними вологомірами) наведено в діючому стандарті.

*Засміченість (вміст домішок).* Під час обмолочування до зернової маси потрапляє певна кількість домішок, тому практично кожна партія товарного

---

---

зерна або насіння містить їх. *Засміченість* – цей термін вживається, як загальноючий кількох видів домішок, а саме домішок органічного і неорганічного походження, які підлягає видаленню за використання зерна будь-якого цільового призначення. Оскільки різні види домішок характеризуються різною дією на переробні механізми, на здоров'я людей, тварин, то вимоги чинних стандартів розділяють їх як окремі показники якості зерна, зокрема такими домішками є мінеральна, шкідлива, насіння деяких важковідділюваних шкідливих бур'янів, пошкоджене зерно та інші домішки.

Склад і кількість домішок у партіях зерна можуть бути дуже різними, вміст їх залежить від рівня агротехніки (чистоти посівів), способів і техніки збирання врожаю, технології наступної післязбиральної доробки зернових мас і правильності поводження з нею.

Домішки бувають рослинного, тваринного та мінерального походження.

*Зернова домішка* – домішка неповноцінних зерен основної культури, а також деяких інших культурних рослин, яка нормується для кожного виду зерна окремо.

*Органічна домішка* – домішка рослинного і тваринного походження (органічними домішками вважаються: частини стеблин, листків, стержні колосся, остюки, плівки, рештки шкідників та ін.).

*Мінеральна домішка* – обмежено допустима домішка мінерального походження. (мінеральними домішками вважаються: пісок, грудочки ґрунту, галька та ін.).

*Шкідлива домішка* – домішки рослинного походження, шкідливі для здоров'я людини і тварин (шкідливими домішками вважаються сажка, ріжки, гірчак повзучий, в'язіль різнокольоровий, софора листохвоста, пажитниця п'янка, геліотроп опушеноплідний, зерна, ушкоджені нематодом, триходесма сива) – вміст кожної окремо обмежується чинними стандартами на зерно будь-якого цільового призначення.

Наявність домішок у зерновій масі знижує цінність партії і тому вони мають бути враховані під час розрахунків за зерно, а якщо фактичний вміст хоч однієї з цих домішок перевищує допустиму норму, то таке зерно вважається дефектним і не може бути прийняте заготівельною організацією.

Багато домішок, особливо рослинного походження (насіння бур'янів, зелені частини рослин тощо), в період збирання врожаю й утворення зернової маси можуть містити вологи значно більше, ніж зерно основної культури, а це призводить до підвищення активності фізіологічних процесів. Так, встановлено, що у засмічених партіях зерна значно легше виникає і швидше розвивається процес самозігрівання.

Все, що видно неозброєним оком в партії зерна, поділяють на три основні групи: основне зерно (або насіння), зернові домішки і смітні домішки.

Слід мати на увазі, що у партіях олійних культур термін “зернова домішка” замінено терміном “олійна домішка”, у партіях ефіроолійних культур – “ефіроолійна домішка”.

Визначення засміченості проводять згідно з ГОСТ 30483-97.

---

---

#### 2.1.4. Показники якості партій зерна та насіння окремих культур і певного цільового призначення

*Натура зерна* – маса 1 л зерна, виражена в грамах (натурна вага, натурна маса) або 100 л в кг.

Це один з найдавніших показників якості, який набув значного поширення у світовій практиці.

Якщо засипати зерно в будь-яку місткість з додержанням певних правил, які забезпечують досить стабільні умови засипання, а отже, і щільності укладання, маса його в даному об'ємі в межах однієї культури може бути різною. Пояснюється це трьома причинами: 1) неоднаковою виповненістю окремих зерен; 2) неоднаковою кількістю і складом домішок у зерні; 3) різною вологістю зерна.

Практика свідчить про те, що чим гірша виповненість зерна і чим більше міститься в ньому води і легких домішок, тим нижча його натурна маса.

Максимальною натурна маса зерна пшениці, ячменю й вівса буває за вологості 14–16 %. Істотно впливають на натурну масу різні фракції смітної домішки: так, якщо легкі домішки (органічні) помітно знижують натуру, то мінеральні збільшують її. Після очищення і сушіння зерна його натурна маса помітно зростає, проте за поганої виповненості зерна вона все ж лишається низькою.

Виповнене зерно або насіння має більше ендосперму (ядра). За несприятливих умов формування зерна або насінини маса оболонки порівняно з масою зерна зростає, а ендосперму зменшується. Це призводить до зменшення виходу цінної продукції (білого борошна, крупи, олії тощо).

За продажу державі партій зерна пшениці, жита, ячменю, вівса і насіння соняшнику натурна маса впливає на визначення класності зерна, а значить і ціни його. У такому ж розмірі робиться знижка за зменшену проти базису натурну масу.

Натуру визначають за допомогою літрової *пурки*. Кожна пурка має вагове обладнання (терези), важки до них і мірний стакан – місткість, у яку засипають досліджуваний зразок. Інші пристрої, що є у багатьох пурках, призначено для створення порівняно стабільних умов засипання і щільності укладання зернової маси в мірному стакані. Визначають натуру згідно з ДСТУ 4233; ДСТУ 4234. У світовій практиці торгівлі зерном (експорті імпорту) використовують 20-літрову пурку і виражають натуру в кілограмах.

Показники натурної маси можна використати для приблизного розрахунку потрібної складської місткості або приблизного визначення маси партії зерна, що зберігається. Для високонатурного зерна за однакової маси партії з низьконатурним потрібна менша складська місткість. Наприклад, партія пшениці масою 100 т за натурної маси 750 г має об'єм зерна  $(100 \text{ т} : 0,75 \text{ т}) = 133 \text{ м}^3$ , партія вівса за натурної маси 450 г – об'єм зерна  $(100 \text{ т} : 0,45 \text{ т}) = 222 \text{ м}^3$ . Як бачимо, для партії вівса місткість складського приміщення має бути більшою на  $89 \text{ м}^3$ , ніж для партії пшениці. Визначивши об'єм зернової маси на складі

---

---

або в засіку та її натурну масу, можна отримали уявлення і про приблизну масу партії зерна, що зберігається.

У зерні багатьох культур (кукурудзи, проса, гречки, рису, гороху та ін.) натурну масу не визначають, тому що вона недостатньо корелює з виповненістю.

*Крупність, вирівняність, плівчастість і вміст ядра.* Вирівняність – це однорідність партій зерна за крупністю. Якщо в партії зерно в основному однакове за розмірами, її вважають вирівняною. Вирівняні партії зерна одержують після сепарування (сортування) його на зерночисних або спеціальних сортувальних машинах. За переробки вирівняного зерна вихід крупи і її якість є вищою.

Дрібне зерно є технологічно цінним. По-перше, під час очищення деяка частина його з дрібними домішками потрапляє у відходи і знижує вихід продуктів. Вилучати ж його з відходів часто буває дуже важко. По-друге, у дрібних зернинах на оболонки припадає більший процент маси, ніж у великих. По-третє, дрібне зерно погано шеретується і, потрапляючи з квітковими плівками у продукти переробки, знижує їхню якість. Таке зерно доцільно використовувати на корм худобі і птиці.

Залежно від впливу крупності зерна на ті або інші технологічні якості нормування цієї ознаки в партіях зерна різних культур проводять по-різному. Так, під час закупівлі у товаровиробників зерна круп'яних культур дрібні зерна відносять до смітної домішки.

Нормується і вміст дрібних зерен у ячмені для пивоваріння і спиртового виробництва, а також у вівсі круп'яному, насінні бобових культур та ін. Крім того є показник крупності.

Крупність і вирівняність зерен та насіння залежно від роду і цільового призначення визначають просіюванням наважки крізь набір сит з вічками різного розміру і форми. Величина наважки, номери сит і тривалість просіювання зазначено в ГОСТ 13586.2-81. Методи визначення крупності насіння бобових культур викладено у ГОСТ 11091-64.

З показниками виповненості, крупності і вирівняності пов'язана і така ознака якості, як співвідношення між масою квіткових плівок та ядром.

Загальний вихід крупи і окремих сортів її за переробки зерна плівчастого залежить насамперед від процентного вмісту ядра і плівок. Тому в цільових стандартах на круп'яні культури зазначено мінімально допустимий для кондиційного зерна вміст ядра. Так, для вівса цей показник становить не менш як 61 %, гречки – 71 %, проса і рису – 74 %.

Для визначення плівчастості проса, рису, вівса і гречки беруть наважки тільки цілих, вкритих плівками зерен і звільняють кожне з них від плівок. Маса останніх, виражена у відсотках, і становить величину плівчастості. Для визначення можливого виходу крупи з перероблюваної партії слід виходити з її загальної маси, до якої входять і домішки. Тому вміст чистого ядра в зерні визначають за спеціальними формулами, наведеними у стандартах.

Плівчастість зерна рису, проса, гречки і вівса визначають відповідно до діючого ГОСТ 10843-76.

---

---

Своєрідну “плівчастість” і різний вміст ядра має сім’янка соняшнику. Груба і міцна плодова оболонка сім’янки називається лузгою, звідки і її вміст у процентах від маси насінини називається лузжистістю. У насінні олійного соняшнику вона сягає 27...30 %, а в лузального – 65 і рідко становить 50 %.

*Консистенція ендосперму.* Технологічна, а іноді і харчова цінність зерна деяких культур змінюється залежно від консистенції ендосперму. Відомо, наприклад, що такі легкозасвоювані і смачні вироби з кукурудзи, як підсмажені зерна, кукурудзяні палички тощо, виходять найкращими із зерна сортів кукурудзи із склоподібним (рогоподібним) ендоспермом.

Особливе значення має консистенція ендосперму зерна пшениці. За зовнішнім виглядом склоподібні зерна пшениці характеризуються однорідною напівпросвічуваною консистенцією, що нагадує зовні віск.

Зерно із склоподібним ендоспермом має більшу механічну міцність, що дає змогу краще організувати процес його переробки на крупу і борошно. Борошнисте зерно придатніше для виробництва крохмалю та інших продуктів з вуглеводів, воно особливо цінне як сировина у виробництвах, де мають місце бродильні процеси і вироблення продуктів різних бродінь (спирту та ін.).

Консистенція ендосперму в зерні пшениці багато в чому визначає його технологічні (борошномельні і круп’яні) якості. Під час подрібнення склоподібного зерна на млинах сортового помелу воно перетворюється на крупки, які перед подальшим розмелюванням краще сортуються за добротністю і завдяки цьому можна мати більші виходи кращих сортів борошна (крупчатка, вищого і першого сорту). Останні складаються практично з центральної частини ендосперму. Колір борошна із склоподібного зерна білий з кремовим відтінком, що передається і печеному хлібу. Борошна кращих сортів з борошнистого ендосперму виробляється менше, колір його білий із голубуватим відтінком.

Склоподібність зерна пшениці пов’язують і з вмістом у ній білка. Високосклоподібні зерна пшениці мають більший вміст білка. У них більше білків, які утворюють клейковину високої якості, що поліпшує і хлібопекарські якості борошна.

Консистенція твердих пшениць, як правило, склоподібна, а м’яких – може бути різною, що залежить від сорту, географічних і ґрунтових факторів, агротехніки тощо.

Формуванню склоподібної структури ендосперму сприяють більший вміст азоту в ґрунті, суха погода в період досягання зерна. Тому склоподібність м’яких пшениць варіює в широких межах – від 90...100 % до 20...50 %. Практика свідчить про те, що з низькосклоподібного зерна пшениці рідко вдається виробити борошно з високими хлібопекарськими якостями.

Склоподібними вважають зерна з повністю склоподібним ендоспермом або з легким помутнінням, а також зерна, які мають борошнисту частину не більш ніж  $\frac{1}{4}$  площини поперечного розрізу зернини.

---

---

Борошністими вважають зерна з повністю борошністим ендоспермом, а також зерна, які мають склоподібну частину, не більшу ніж  $\frac{1}{4}$  площини поперечного перерізу зернини.

Частково склоподібними вважають зерна, не віднесені до зазначених груп. Склоподібні зерна з борошністими плямами (жовтобочки) відносять до частково склоподібних.

У зв'язку з цим розрізняють два види вираження склоподібності: загальна і відсоток повністю склоподібних зерен. На думку багатьох спеціалістів, найбільше технологічне значення в партіях зерна має відсоток повністю склоподібних зерен.

Склоподібність можна визначати за зовнішнім оглядом перерізу зерна. Точніше й зручніше можна визначити її, користуючись діафаноскопом ДСЗ-2. 100 насінин, розкладених у гнізда рухомої касети, розглядають під проникаючим світлом і підраховують кількість склоподібних зерен спеціальним лічильником, який входить до комплекту з приладом. Склоподібні зерна просвічуються.

Загальну склоподібність зерна виражають сумою склоподібних зерен і половиною частково склоподібних. Склоподібність визначають, керуючись ГОСТ 10987-76.

У зернівок рису і кукурудзи склоподібність характеризують термінами “рогоподібність” і “крем'янистість”.

*Енергія проростання і життєздатність зерна.* Показники життєздатності або окремо енергії проростання та здатності до проростання обов'язково нормуються у партіях зерна для переробки (на солод, пиво). *Життєздатність зерна* – це відношення кількості життєздатних зерен до загальної кількості аналізованого зерна. Енергія проростання – це відношення кількості зерен, які проросли за 72 години, до загальної кількості зерен, що аналізувалися, виражена у відсотках. Сільськогосподарським виробникам це, насамперед, слід враховувати за продажу державі партій ячменю пивоварного. Так, стандарт передбачає, що здатність до проростання зерна має бути не меншою, ніж 95 %.

Дуже високі вимоги за схожістю ставляться до зерна, яке використовується в спиртовому виробництві. Вихід спирту залежить не тільки від вмісту в зерні вуглеводів (крохмалю і цукрів), а й від ступеня гідролізу крохмалю і перетворення його на цукор. З цією метою зерно на заводах пророщується і перетворюється на солод, який містить багато цукрів та активну амілазу, що забезпечує наступний ферментативний розпад крохмалю.

Показник проростання зерна жита, ячменю і проса, що йдуть на виробництво спирту, має становити не менш як 92 %, а вівса – не менше як 90 %.

Енергію проростання та здатність до проростання визначають методами, викладеними в ГОСТ 10968- 88.

*Склад і властивості клейковини, фактори, які впливають на її кількість і якість.* Клейковина зерна – це комплекс білкових речовин зерна, здатних за набухання у воді утворювати зв'язну еластичну масу.

---

---

Після видалення з тіста водорозчинних речовин, крохмалю і клітковини залишається нерозчинний у воді досить еластичний згусток.

Відмита з шматочка тіста клейковина називається сирою. Суха клейковина на 82–85 % складається з білків, 6–16 % крохмалю, 2–2,8 % жиру, 3–5 % небілкових азотистих речовин, 1–2 % цукру і 0,9–2 % мінеральних речовин. Всі вони входять до складу драглів клейковини і навіть за найстараннішого відмивання залишаються в білковій основі.

Вміст сирої клейковини у зерні пшениці коливається в межах від 14 до 50 %. Пшеницями з високим вмістом клейковини вважаються такі, в зерні яких міститься понад 28 % сирої клейковини. Методи визначення кількості і якості клейковини викладено в ГОСТ 13586.1-68.

*Якість клейковини* – сукупність фізичних властивостей клейковини: колір, тягучість, пружність, еластичність. Якість клейковини виражається одиницями пружності. Цей показник закладено у вимогах стандарту на зерно пшениці.

За кольором клейковина може бути світла або темна. Як правило, тільки світла за кольором клейковина має найкращу розтяжність і пружність. Темні тони свідчать про несприятливі впливи на зерно умов досягання, зберігання або післязбиральної доробки.

*Пружність* – властивість клейковини повертатися у початковий стан після розтягування або надавлювання.

*Розтяжністю* клейковини називається її здатність розтягуватися в довжину. Шматочок клейковини розтягують до розриву з таким розрахунком, щоб усе розтягування тривало 10 с. У момент розриву клейковини відмічають довжину, на яку вона розтягнулась.

За розтяжністю клейковина характеризується як коротка (за розтяжності до 10 см включно), середня (за розтяжності від 10 до 20 см включно) і довга (до розтяжності понад 20 см).

Залежно від пружності і розтяжності клейковину поділяють на три групи:

I група – клейковина з доброю пружністю і довга або середня за розтяжністю. Клейковина цієї групи дає змогу мати тісто з доброю формостійкістю і досить розпушене, завдяки чому хлібні вироби мають більший об'ємний вихід і пористість.

II група – клейковина з доброю або задовільною пружністю. За розтяжністю вона може бути короткою, середньою або довгою. Такої клейковини досить. Тісто має меншу газотримувальну здатність, хліб випікається з меншим об'ємним виходом і пористістю, але здебільшого доброякісним.

III група – клейковина із слабкою пружністю. Ця клейковина має властивість дуже витягуватися, провисати за розтягування, розриватися у всячому положенні під дією власної маси, пливти, а також кришитися. З борошна, яке має клейковину цієї групи, виходить низькопористий погано розпушений хліб з дуже малим об'ємним виходом, що не відповідає вимогам стандарту за зовнішніми ознаками.

Одним із приладів для визначення фізичних властивостей клейковини є ИДК-3 (рис. 5).



**Рис. 5. Прилад ИДК-3 для визначення якості клейковини**

Результат вимірювання пружності зразка клейковини виражається в умовних одиницях на шкалі приладу. Чим більша пружність зразка клейковини, тим менше він стискується і тим менше величина буде зафіксована на шкалі приладу. Слід зазначити, що існує достатня кореляція між пружністю і розтяжністю клейковини. Тому, визначаючи пружні властивості клейковини на цьому приладі, можна характеризувати і групи клейковини, що виключає потребу у визначенні розтяжності.

Встановлено такі характеристики клейковини:

<i>Показник шкали приладу ИДК-1</i>	<i>Характеристика</i>	<i>Група клейковини</i>
0...15	Незадовільна міцна	III
20...40	Задовільна міцна	II
45...75	Добра	I
80...100	Задовільна слабка	II
105...120	Незадовільна слабка	III

Здатність сухих речовин, які утворюють клейковину, бубнявіти (за утворення тіста) може бути різною. Дослідження показали, що водовбирна здатність (гідратація) клейковини коливається у значних межах. Клейковину склоподібних пшениць характеризує її здатність найбільше бубнявіти. У зв'язку з цим однією з ознак якості є співвідношення між масою сирого і сухої клейковини.

На кількість і якість клейковини в зерні пшениці впливає дуже багато факторів. Найважливішими з них є: 1) сортові особливості; 2) умови вирощування і збирання врожаю; 3) несприятливі впливи, яких зазнає зерно під час зберігання й обробки.

Кожний сорт пшениці має певні успадковані властивості, як за вмістом клейковини, так і за ознаками якості. Відомо, що і за сортовипробування цим ознакам якості приділяють особливу увагу.



---

---

Більшість поширених тепер у нашій країні сортів озимої і ярої пшениці мають добрі і задовільні якості, а деякі – відмінні. Однак через несприятливі умови під час вирощування пшениці, технологічні і харчові якості зерна можуть бути значно погіршені. Так, недодержання сівозмін, рекомендованих для даної зони, нестача азоту в ґрунті, шкідлива дія комах, ранні приморозки, збирання в молочно-восковому стані значно знижують кількість сирої клейковини і погіршують її якість.

Нагадаємо, що на вміст клейковини та її властивості впливають і кліматичні умови району вирощування. Там, де зерно пшениці бідніше на білок і більш борошнисте, клейковини буде менше.

У районах виробництва зерна пшениці з кращими хлібопекарськими якостями особливо негативно позначається на якості клейковини шкідлива дія клопа-черепашки. Особливо небезпечний цей шкідник у стадії молочної стиглості зерна. Пошкоджене клопом у цій стадії зерно стає щуплим, на його поверхні утворюються численні западини. У період воскової стиглості пошкоджуються окремі ділянки зовнішніх шарів ендосперму. Проте і в цьому випадку в місці уколу відбуваються значні зміни у структурі ендосперму: він стає пухким з помітно деформованими крохмальними зернами.

Шкідлива дія на зерно клопа-черепашки пояснюється наявністю в його слині дуже активних протеолітичних та амілолітичних ферментів. Висока активність цих ферментів призводить до того, що за наявності 3–5 % зерен, пошкоджених комахами, борошно має погані хлібопекарські якості. Навіть за наявності 1–2 % таких зерен можлива втрата ознак “сили” пшениці.

Властивості клейковини можуть значно погіршитись у разі проростання зерна на пні, у валках, на току або в складі, причому кількість її зменшується, вона стає такою, що коротко рветься і кришиться. Це пояснюється специфічною дією вільних ненасичених жирних кислот (олеїнової і лінолевої), що утворюються внаслідок інтенсивного гідролізу жиру.

Ступінь псування клейковини внаслідок самозігрівання також залежить від тривалості процесу і температури, якої досягла зернова маса.

Залежно від показників якості м'яку пшеницю поділяють на шість класів (класи 1–3 – група А, класи 4–5 – група Б і клас 6). Тверду пшеницю залежно від показників якості поділяють на п'ять класів. Вимоги до якості кожного класу м'якої пшениці наведено у таблиці 2.4.

М'яку пшеницю групи А використовують для продовольчих (переважно в борошномельній та хлібопекарській галузях) потреб і для експортування. Пшеницю групи Б і 6-го класу використовують на продовольчі і непродовольчі потреби та для експортування. На вимогу замовника у зерні м'якої та твердої пшениці можна визначати інші показники якості, які не є класоутворювальними (сила борошна за альвеографом, індекс седиментації тощо) відповідно до визнаних у світі затверджених методик.

Зерно твердої та м'якої пшениці всіх класів має бути у здоровому стані, не зіпріле та без теплового пошкодження; мати властивий здоровому зерну запах (без затхлого, солодового, пліснявого, гнилісного, полинного, сажкового, запаху нафтопродуктів тощо); мати властивий зерну колір; не дозволено зараження пшениці шкідниками зерна.

Таблиця 2.4

## Показники якості зерна м'якої пшениці

Показники	Характеристика і норма для м'якої пшениці за групами та класами					
	А			Б		6
	1	2	3	4	5	
Натура, г/л, не менше ніж	760	740	730	710	710	не обмежено
Склоподібність, %, не менше ніж	50	40	30			не обмежено
Вологість, %, не більше ніж	14,0	14,0	14,0	14,0	14,0	14,0
Зернова домішка, %, не більше ніж	5,0	8,0	8,0	10,0	12,0	15,0
Зокрема: зерна злакових культур	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	у межах зернової домішки
пророслі зерна	2,0	3,0	4,0	4,0	4,0	у межах зернової домішки
Смітцева домішка, %, не більше ніж	1,0	2,0	2,0	2,0	2,0	5,0
Зокрема: мінеральна домішка	0,3	0,5	0,5	0,5	0,5	1,0
Зокрема: галька, шлак, руда	0,15	0,15	0,2	0,15	0,2	у межах мінеральної домішки
зіпсовані зерна	0,3	0,3	0,5	0,3	0,5	1,0
Зокрема: фузаріозні зерна	у межах зіпсованих зерен					
шкідлива домішка	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,5
Зокрема: сажка, ріжки	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,1
триходесма сива	не дозволено					
кукіль	у межах шкідливої домішки					
кожен з видів іншого токсичного насіння	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,1
Сажкове зерно, %, не більше ніж	5,0	5,0	8,0	5,0	8,0	10,0
Масова частка білка, у перерахунку на суху речовину, %, не менше ніж	14,0	12,5	11,0	12,5	11,0	не обмежено
Масова частка сирій клейковини, %, не менше ніж	28,0	23,0	18,0	не обмежено		
Якість клейковини: група	I – II	I – II	I – II	не обмежено		
одиниць приладу ВДК	45-100	45-100	45-100			
Число падання, с, не менше ніж	220	180	150	150	130	не обмежено

---

---

Пшеницю, що внаслідок несприятливих умов дозрівання, збирання або зберігання втратила свій природний колір, визначають як “знебарвлену” і зазначають ступінь знебарвленості. Для м’якої пшениці групи А і групи Б дозволено перший і другий ступені, для 6-го класу – будь-який ступінь знебарвленості.

У разі невідповідності граничній нормі якості м’якої пшениці хоча б за одним показником її переводять у відповідний за якістю клас. У разі невідповідності показників кількості та якості клейковини мінімальним вимогам групи А пшеницю переводять у групу Б за умови дотримання вимог до інших показників якості. У разі невідповідності хоча б одного показника м’якої пшениці вимогам груп А і Б, її переводять у 6-й клас.

У разі невідповідності граничній нормі якості твердої пшениці хоча б за одним із показників, її переводять у відповідний за якістю клас.

## **2.2. Фізичні та фізіологічні властивості зернових мас**

### **2.2.1. Фізичні властивості зернових мас**

Зернова маса має певні фізичні властивості – сипкість, самосортування, шпаруватість, здатність до сорбції та десорбції різних парів і газів (сорбційна ємність), тепло-, температуро- і термовологопровідність, теплоємність. Знання і врахування фізичних властивостей зернових мас набувають особливого значення у зв’язку з механізацією й автоматизацією процесів доробки зерна в потоці, впровадженням нових способів сушіння, застосуванням пневматичного транспорту та зберіганням значних партій його у великих сховищах (силосах сучасних елеваторів, металевих бункерах, на складах).

*Сипкість* – це здатність зерна і зернової маси переміщуватися по поверхні, розміщеній під певним кутом до горизонту. Правильно використовуючи цю властивість і застосовуючи відповідні пристрої та механізми, можна повністю уникнути затрат ручної праці під час переміщення зернових мас норіями, конвеєрами і пневмотранспортними установками, самопливом, завантажуванні в різні за розмірами і формою транспортні засоби (автомашини, вагони, судна) та сховища (засіки, склади, траншеї, силоси елеваторів).

Сипкість зернової маси характеризується кутом тертя, або кутом природного схилу. *Кут тертя* – найменший кут між основою і схилом насипу, за якого зернова маса починає ковзати по поверхні. За ковзання зерна по зерну його називають кутом природного схилу, або кутом скочування (табл. 2.5).

Найбільшу сипкість і найменший кут схилу мають маси насіння кулястої форми (гороху, проса, люпину). Чим більше форма зерен відрізняється від кулястої і чим шорсткуватіша їх поверхня, тим менша сипкість зернової маси. Зерна довгастої форми, тонкі, з квітковими плівками (рисуні-сирцю, окремих сортів вівса, ячменю та ін.) також є менш сипкими.

На сипкість зернової маси впливає багато факторів: гранулометрична будова та гранулометрична характеристика (форма, розміри, характер і стан поверхні зерен), вологість, кількість домішок та їх видовий склад, матеріал, форма і стан поверхні, по якій самопливом переміщується зернова маса.

**Кути природного схилу для зерна різних культур**  
(за Л.О. Трисвятським)

Культура	Кут схилу, градусів	Культура	Кут схилу, градусів
Пшениця	23 – 28	Горох	24 – 31
Жито	23 – 28	Соя	25 – 32
Ячмінь	28 – 45	Вика	28 – 33
Кукурудза	30 – 40	Кормові боби	29 – 35
Соняшник	31 – 45	Сочевиця	25 – 32
Рис	27 – 48	Льон	27 – 34
Овес	31 – 54	Рицина	34 – 46
Просо	20 – 27		

Наявність домішок, особливо легких і дрібних з шорсткуватою поверхнею, також знижує сипкість зернової маси. Аналогічно впливає на сипкість підвищення вологості зернової маси, за винятком тієї, що складається з кулястих зерен з гладкою поверхнею. Сипкість зернової маси знижується під час зберігання внаслідок ущільнення, що є побічним показником стану зерна.

*Самосортування* – це властивість зернової маси втратити свою однорідність під час переміщення і вільного падіння. Вона зумовлюється сипкістю зернової маси і неоднорідністю твердих часточок, що входять до її складу. Як позитивне явище, самосортування використовується в практиці очистки та сортування зернових мас. Відбувається під час її переміщення й струшування, завантажування та розвантажування сховищ і силосів елеваторів. Наприклад, під час перевезення зерна в автомашинах або вагонах, пересуванні по стрічкових конвеєрах внаслідок поштовхів і струшувань компоненти зернової маси з малою масовою часткою (легкі домішки, насіння в квіткових плівках, щуплі зерна тощо) розміщуються ближче до поверхні насипу, а з більшою масою – ближче до його нижньої частини.

Самосортуванню за вільного падіння твердих часточок зернової маси (наприклад, під час завантажування силосів, сховищ) сприяє парусність, тобто опір повітря переміщенню кожної окремої часточки. Великі, важкі зерна і домішки з великою масовою часткою і меншою парусністю опускаються прямовисно і швидко досягають основи сховища або поверхні насипу. Щуплі, дрібні зерна й домішки з невеликою абсолютною і масовою часткою та більшою парусністю опускаються повільніше, відкидаються вихровими потоками повітря до стін сховища або скочуються по поверхні конуса зернової маси. Ця властивість зерна використовується під час очищення.

Самосортування зернової маси під час його зберігання – явище негативне. Порушення однорідності партії зерна у сховищі заважає правильному його оцінюванню як у силосі, так і під час розвантажування з нього, спричинює розвиток негативних фізіологічних і мікробіологічних процесів у місцях насипу, де зосереджені компоненти з підвищеною життєдіяльністю, наприклад, недозрілі. Все це призводить до самозігрівання зернових мас.

*Шпаруватість зернової маси* – це наявність проміжків між її твердими часточками, заповнених повітрям. Характер фізіологічних і мікробіологічних процесів у зерновій масі залежить від кількості та складу повітря в міжзернових просторах (табл. 2.6).

Таблиця 2.6

**Маса і шпаруватість зерна різних культур**

Культура	Маса 1 м <sup>3</sup> , кг	Шпаруватість, %	Культура	Маса 1 м <sup>3</sup> , кг	Шпаруватість, %
Пшениця	730 – 840	35 – 45	Горох, люпин	750 – 800	40 – 45
Жито	680 – 750	35 – 45	Рис (не решето- ваний)	440 – 550	50 – 65
Ячмінь	580 – 700	45 – 55			
Овес	400 – 550	50 – 70	Соняшник	400 – 550	50 – 65
Гречка	560 – 650	50 – 60	олійний		
Просо	680 – 730	30 – 50	Льон	580 – 680	35 – 45
Кукурудза	680 – 820	35 – 55	Конюшина червона	780 – 850	30 – 30

Шпаруватість зернових мас сприяє передачі теплоти конвекцією, переміщенню вологи через зернову масу у вигляді пари. Через міжзернові проміжки здійснюються сушіння, активне вентилявання і газация зерна.

Внаслідок самосортування шпаруватість у різних місцях зернової маси може бути неоднаковою. Шпаруватість та щільність укладання зерна у сховищі залежать від форми, пружності, розмірів і стану поверхні твердих компонентів, форми і розмірів сховища, а також строку зберігання.

Зернова маса має меншу шпаруватість, укладається щільніше, якщо у ній є крупні і дрібні зерна. Вирівняні зерна, а також шорсткуваті або із зморщеною поверхнею укладаються менш щільно. Вологе й сире зерно займає більший простір у сховищі, ніж сухе за інших рівних умов. На складах більшого поперечного перетину зерно розміщується щільніше.

Під час тривалого зберігання зернова маса ущільнюється, а її шпаруватість зменшується. Показники шпаруватості та щільності укладання зернової маси можуть змінюватися у досить значних межах. Шпаруватість зерна  $S$  визначають за формулою:

$$S = \frac{V_1 - V}{V_1} \cdot 100,$$

де  $V_1$  – загальний об’єм зернової маси, м<sup>3</sup>;  $V$  – дійсний об’єм твердих часточок зернової маси.

Знаючи об’єм, який займає зернова маса, та показник її шпаруватості, можна визначити об’єм повітря у шпаринах. При застосуванні активного вентилявання об’єм повітря беруть за один обмін.

---

---

*Сорбційні властивості зернової маси* – це її здатність поглинати (сорбувати) з навколишнього середовища пару, запахи різних речовин і газів, а також виділяти (десорбувати) їх. У зернових масах спостерігаються такі сорбційні явища, як абсорбція, адсорбція, капілярна конденсація і хемосорбція. Сумарний результат адсорбції, абсорбції, капілярної конденсації, хемосорбції називають *сорбцією*, а ступінь здатності зернової маси поглинати пару і газів за різних умов – *сорбційною ємністю*. Остання пояснюється капілярно-пористою колоїдною структурою зерна і шпаруватістю зернової маси. Окрема зернина як багатоклітинний організм є пористим тілом з великою поверхнею. Клітини і тканини зернин мають численні макро- і мікрокапіляри, перші – переважно в оболонках, а другі – в ендоспермі. Стінки макро- і мікрокапілярів беруть участь у процесах сорбції молекул парів і газів. По системі капілярів переміщується зріджена пара. Активна поверхня зерна становить 20 – 25 см<sup>2</sup>/г, що у 20 разів перевищує його справжню поверхню. Тому сорбційні явища відбуваються не лише на поверхні зерна, а й усередині кожного капіляра.

Сорбційні властивості зернової маси мають велике значення для її доробки і зберігання. Вологість і запах зерна, яке зберігається або обробляється, найчастіше змінюються внаслідок сорбції чи десорбції газів або пари води. Раціональні режими сушіння, активного вентилявання, газациї та дегазациї зерна (за знезаражування) встановлюють з обов'язковим урахуванням його сорбційних властивостей.

*Гігроскопічність зернової маси* означає її здатність поглинати пару води з повітря або виділяти її в навколишнє середовище. Білкові молекули зерна здатні вбирати до 240, а крохмаль – до 30 – 38 % води відносно своєї маси. Гігроскопічність зерна залежить як від його властивостей, так і від властивостей повітря.

У результаті взаємодії зернової маси з навколишнім середовищем вологість зерна безперервно змінюється до досягнення рівноважної вологості.

Волога із зерна переходить у повітря під час випаровування, десорбції, сушіння, якщо парціальний тиск водяної пари навколо поверхні зерна ( $P_{п.з}$ ) перевищує парціальний тиск водяної пари повітря ( $P_{п.п}$ ), тобто  $P_{п.з} > P_{п.п}$ . Волога з повітря сорбуватиметься зерном, якщо  $P_{п.з} < P_{п.п}$ . Чим більша різниця між парціальним тиском пари води у повітрі і навколо поверхні зерна (або навпаки), тим швидше протікає процес перерозподілу вологи. Через певний час у результаті перерозподілу вологи парціальний тиск пари в повітрі та над зерном зрівняється і настане динамічна рівновага ( $P_{п.з} = P_{п.п}$ ). Вологість зерна, яка відповідає стану рівноваги, називають *рівноважною вологістю*. Остання залежить від його сорбційних властивостей (структури, хімічного складу) та від вологості й температури повітря (табл. 2.7).

Таблиця 2.7

## Рівноважна вологість зерна різних культур, %

Культура	Відносна вологість повітря, %							
	75				80			
	Температура повітря, °С							
	0	10	20	30	0	10	20	30
Пшениця	15,8	15,5	15,1	14,8	16,7	16,3	16,0	15,7
Жито, ячмінь	17,0	16,7	16,3	15,4	18,3	17,9	17,4	16,5
Овес	16,6	16,1	15,6	15,0	17,9	17,3	16,8	16,2
Рис	15,5	15,0	14,5	13,9	16,6	15,9	15,2	14,7
Кукурудза	16,6	16,3	15,9	14,9	17,6	17,3	16,9	15,9
Просо	16,1	15,6	15,1	14,4	17,1	16,6	15,9	15,3
Горох	16,8	16,5	16,1	15,8	17,7	17,3	17,0	16,7
Соя	14,0	13,6	13,1	12,5	16,2	15,7	15,3	14,5
Соняшник	8,9	8,5	8,2	7,6	9,5	9,3	9,1	8,5

Найбільша рівноважна вологість зерна встановлюється за насичення повітря водяною парою до 100 %. Подальше зволоження може відбуватися тільки за вбирання крапельно-рідкої вологи. Вологість зерна 7–10 % встановлюється за відносної вологості повітря 15–20 %. Це найнижча межа вологості зерна у виробничих умовах.

Зерно і насіння зернових, олійних та бобових культур через різний хімічний склад мають неоднакову рівноважну вологість. Найвища вона у насіння бобових, середня – у зернових і найменша – в олійних культур. Зниження величини рівноважної вологості зумовлюється зменшенням вмісту у зерні гідрофільних речовин, в першу чергу білкових. Із зниженням температури повітря рівноважна вологість зерна і насіння зростає.

Рівноважна вологість окремих зернин у зерновій масі неоднакова, оскільки вони мають різні розміри, хімічний склад, виповненість тощо. Найбільшу гігроскопічність має зародок зерна, найменшу – ендосперм.

Процеси сорбції й десорбції відбуваються в зерновій масі у зв'язку з різною вологістю її компонентів. Це особливо характерно для свіжозібраної зернової маси, яка містить зерна основної культури і насінини бур'янів з неоднаковою вологістю. За законами сорбційної рівноваги сирі зерна втрачають частину вологи, а сухі її набувають. Такий перерозподіл вологи в зерновій масі починається після її формування і закінчується, як правило, протягом трьох діб, якщо зернова маса нерухома.

Рівноважна вологість швидше встановлюється у верхніх шарах насипу (до 30 см).

Визначають відносну й абсолютну вологість зерна (у відсотках). *Відносна вологість зерна*  $W_B$  – це відношення маси вологи, яка міститься в зерні ( $m_B$ ), до маси води і сухої речовини  $m_B + m_C$ . Для її розрахунку користуються формулою:

$$W_B = \frac{m_B}{m_B + m_C} \cdot 100.$$

---

---

Абсолютна вологість зерна  $W_a$  – це відношення маси  $m_B$  вологи до маси сухого матеріалу ( $m_C$ ):

$$W_a = \frac{m_B}{m_C} \cdot 100.$$

Теплофізичні властивості зернової маси мають визначальний вплив на ефективність процесів сушіння та активного вентилявання зерна, а також на його зберігання. Основними параметрами теплових властивостей зернової маси є теплоємність, тепло-, температуро- та термовологопровідність. Теплообмінні процеси у зернової масі відбуваються шляхом прямої передачі теплоти (кондукція, або контактний теплообмін) чи за допомогою повітря, що рухається по міжзернових щілинах (конвекція).

Теплоємність зерна характеризується кількістю теплоти, необхідної для підвищення температури зерна масою 1 кг на 1 °С. Для вологого зерна її визначають як суму теплоємностей абсолютно сухого зерна і води:

$$C_3 = \frac{100 - W}{100} C_B + \frac{W}{100} C_V,$$

де  $\frac{100-W}{100}$  – кількість сухої речовини в зерні;  $C_C$  – теплоємність сухої речовини зерна ( $C_C=1550$  Дж/(кг·К);  $C_V$  – теплоємність води ( $C_V=4190$  Дж/(кг·К)).

Оскільки теплоємність води майже втричі вища за теплоємність сухої речовини зерна, з підвищенням вологості теплоємність зерна підвищується, що вимагає значного збільшення затрат енергії на нагрівання. Цю властивість враховують за теплового сушіння зерна, оскільки витрати палива з розрахунку на 1 кг випаровуваної вологи залежать від початкової вологості зерна.

Теплопровідність зернової маси полягає у її здатності переносити теплоту від ділянок з високою до ділянок з нижчою температурою.

Зернова маса через наявність у ній повітряних проміжків має низьку теплопровідність, яка коливається у межах 0,2–0,3 Вт/(м·К) (для порівняння теплопровідність міді становить 300–390, сталі – 68 Вт/(м·К). Із збільшенням вологості зернової маси її теплопровідність зростає – коефіцієнт теплопровідності води – 0,5 Вт/(м·К).

Температуропровідність – швидкість зміни температури в зерні та його теплової інерція. Коефіцієнт температуропровідності зернової маси коливається в межах  $1,7 \cdot 10^{-7}$  –  $1,9 \cdot 10^{-7}$  м<sup>2</sup>/с і залежить від коефіцієнта теплопровідності ( $\lambda$ ), питомої теплоємності ( $C$ ) та щільності ( $d$ ) зерна:

$$\alpha = \lambda / C_d$$



---

---

Чим більший показник питомої теплоємності і менша щільність зерна, тим повільніше охолоджуватиметься або нагріватиметься зернова маса.

Висока теплова інерційність, повільне природне охолодження і прогрівання зернової маси можуть відігравати як позитивну, так і негативну роль. Позитивна роль полягає в тому, що охолоджена зернова маса активним вентиляванням низьку температуру зберігає тривалий час, що дає змогу консервувати зернову масу холодом. Негативна дія низької теплопровідності виявляється в тому, що теплота, яка утворюється в процесі життєдіяльності зернової маси, може затримуватися в ній і сприяти швидкому підвищенню температури (через низьку температуропровідність температурна хвиля від осередку тепловиділення поширюється повільно). Це сприяє виникненню самозігрівання зерна, шкідливе своїми наслідками.

*Термовологопровідність* – здатність зернової маси спрямовано переміщувати вологу із зони з підвищеною температурою разом із струменем повітря в менш нагріті ділянки. Інтенсивність термовологопровідності характеризується термовологопровідним коефіцієнтом  $d$  (%/K), що показує, який градієнт вологості відповідає температурному градієнту, що дорівнює одиниці.

Явище переміщення вологи з одних ділянок насипу зерна на інші потрібно враховувати під час його зберігання, особливо в осінньо-зимовий і весняно-літній періоди, які характеризуються перепадами температур між верхніми та внутрішніми шарами насипу. Подібні перепади температур між різними ділянками насипу виникають за нерівномірного обігрівання сонцем стін сховищ, розміщені теплої зернової маси на холодних асфальтових підлогах, контакті її з холодними стінами сховищ. Внаслідок термовологопровідності окремі шари насипу дуже звожуються, і життєдіяльність їх компонентів активізується. В них нагромаджуються теплота і волога, створюються умови для самозігрівання та погіршення якості зерна (проростання, зниження насінневих і продовольчих властивостей та ін.). Тому для запобігання небажаним процесам у зернової масі слід ретельно контролювати температуру і вологість зерна, не допускаючи різних перепадів температури.

### **2.2.2. Фізіологічні властивості зернових мас**

Зернова маса є складною біологічною системою – сукупністю живих організмів з приблизно однаковими вимогами до умов життя. Процеси, які відбуваються в зернової масі в результаті життєдіяльності її компонентів (зерна, насіння культурних рослин та насіння бур'янів, мікроорганізмів, комах, кліщів), називають *фізіологічними*. Життєдіяльність зернової маси під час зберігання виявляється у вигляді дихання, післязбирального дозрівання, проростання. Ці процеси мають велике практичне значення, оскільки вміння регулювати їх дає змогу зберегти зерно і скоротити втрати ним сухої речовини.

---

---

Період, протягом якого зерно й насіння зберігають свої споживчі якості (посівні, технологічні, продовольчі), називають *довговічністю*. Розрізняють довговічність біологічну, господарську і технологічну.

*Біологічна довговічність* зерна і насіння означає проміжок часу, протягом якого в партії або зразку їх зберігаються здатні до проростання хоча б поодинокі насінини. Особливе значення для практики має *господарська довговічність* зерна і насіння, тобто період зберігання, протягом якого їх схожість залишається кондиційною і відповідає вимогам державного нормування. *Технологічна довговічність* – це строк зберігання товарних партій зерна, протягом якого вони не втрачають своїх якостей для використання на харчові, фуражні й технічні потреби. Технологічні властивості зерна зберігаються довше, ніж насінні.

За біологічною довговічністю насіння всі рослини поділяють на *мікро-, мезо- і макробіотики*. Перші зберігають схожість від кількох днів до 3 років, другі – від 3 до 15 років, треті – від 15 до 100 років. Насіння більшості сільськогосподарських рослин належить до мезобіотиків і зберігає схожість за сприятливих умов протягом 5–10 років. Найдовговічнішим є насіння бобових (квасолі, бобових кормових трав та ін.), вівса, сорго, пшениці, менш довговічним – ячменю, кукурудзи, найменш довговічним – жита, проса, тимофіївки.

Найпоширеніша причина зниження життєздатності насіння за тривалого зберігання – поступова дегенерація хроматину в клітинному ядрі, внаслідок чого порушуються процеси поділу клітин. Дослідження природи загибелі насіння під час зберігання та причин їх різної довговічності тривають і нині.

Збереженість борошномельних і хлібопекарських властивостей зерна за тривалого зберігання залежить від його початкових характеристик і ознак. Різкі температурні та механічні впливи на зерно під час зберігання спричинюють значні зміни його якості. Борошномельні та хлібопекарські властивості сухого зерна жита і пшениці через 7–10 років зберігання залишаються переважно без істотних змін.

З подовженням строку зберігання зерна круп'яних культур ядро його стає крихкішим, внаслідок чого зменшується вихід доброякісної крупи. В насінні олійних культур відбуваються розкладання й окислення жирів. Вихід олії з такого насіння не знижується, але вона малоприсадна для харчових та деяких технічних цілей. Чим нижчий рівень біологічної активності (дихання) зернової маси, тим менші втрати нею сухих речовин і тим краща кількісна та якісна збереженість зерна. В процесі зберігання зерна пшениці, жита, ячменю за оптимальних умов втрати сухих речовин протягом року не перевищують 0,1 %.

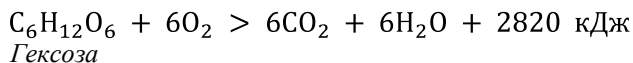
*Дихання* – важливий фізіологічний процес, який є основою обміну речовин у живих організмах. Під час дихання відбувається процес дисиміляції запасних органічних речовин, переважно цукрів, внаслідок якого виділяється енергія, необхідна для підтримання життєвих реакцій організму. Тільки невелика частина енергії дихання зерна використовується для його потреб; більшість її (90–95 %) виділяється у вигляді теплоти, зумовлюючи підвищення температури зернової маси, погіршення її збереженості.

---

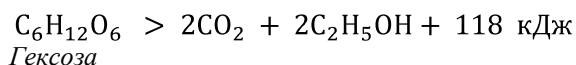
---

Розрізняють аеробне й анаеробне дихання зернової маси.

*Аеробне дихання* відбувається за вільного доступу кисню. Сумарно його можна виразити таким рівнянням:



Поглинання зерном кисню та виділення вуглекислого газу і води змінюють газовий склад повітря міжзернових щілин, що може погіршити збереженість зерна насінного призначення. У зерна підвищеної вологості весь об'єм кисню міжзернових щілин може бути витрачений протягом першої доби після збирання. Однак у зерновій масі дихання триває і після повного використання кисню:



У цьому випадку відбувається неповний гідроліз запасних речовин, утворюється значна кількість етилового спирту, що призводить до самоотруєння і загибелі зародка зернівки.

Процес дихання зерна можна оцінити за допомогою *дихального коефіцієнта* – відношення об'єму вуглекислого газу, що виділився, до кількості кисню, витраченого безпосередньо у процесі дихання. Цей коефіцієнт дорівнює одиниці, якщо процес відбувається точно за рівнянням аеробного дихання. Якщо на дихання витрачаються речовини, багатші на кисень ніж цукор (шавлева або винна кислота), то коефіцієнт дихання більший за одиницю. І навпаки, якщо процес дихання відбувається за рахунок речовин з невеликим вмістом кисню (жирних кислот) і при цьому жир перетворюється на цукор (у насінні олійних культур), то об'єм кисню, що використовується, перевищуватиме об'єм виділеного вуглекислого газу і коефіцієнт дихання буде меншим за одиницю.

Аналіз наведених вище рівнянь свідчить, що дихання зернової маси супроводжується втратою маси зерна внаслідок витрати гексози, підвищенням вологості зерна і відносної вологості повітря міжзернового простору та зміною його складу, утворенням тепла в зерновій масі, яка зберігається. За інтенсивного дихання сирої зернової маси за сприятливої температури втрати сухих речовин можуть бути значними. Втрати маси сухого зерна під час його зберігання називають *природними*.

Інтенсивне дихання зернової маси супроводжується її зволоженням, оскільки вода, що виділяється в результаті окислення гексози, сорбується зернами. Це призводить до збільшення відносної вологості повітря міжзернового простору та подальшого посилення інтенсивності дихання зернової маси.

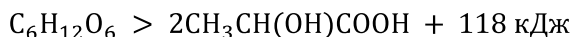
За інтенсивного дихання зернової маси витрачається кисень і виділяється вуглекислий газ, внаслідок чого в насипу збільшується вміст вуглекислого газу і зменшується вміст кисню, тобто змінюються умови зберігання. В партях зерна створюються анаеробні умови, що супроводжуються виділен-

---

---

ням етилового спирту, який пригнічує його життєдіяльність та призводить до втрат схожості.

За анаеробного дихання зерна іноді поряд із спиртовим бродінням частково відбувається молочнокисле, за якого з глюкози утворюється молочна кислота та виділяється енергія:



Для того, щоб запобігти цим небажаним явищам, зерно насінневого призначення потрібно зберігати в умовах з достатнім доступом повітря.

У процесі дихання зернової маси (зерна, насіння, мікроорганізмів, шкідників) виділяється значна кількість теплоти. Частина її використовується для внутрішніх перетворень у зерні, а решта – вивільняється і надходить у навколишній простір. Тому найкращу збереженість зерна можна забезпечити тоді, коли воно в період зберігання перебуває у стані анабіозу, зокрема ксероанабіозу, тобто в стані пониженої життєдіяльності (понижена інтенсивність дихання), яка характерна для сухого зерна.

Інтенсивність дихання визначають за кількісними втратами маси сухої речовини зерна, виділеної теплоти, використаного кисню та виділеного вуглекислого газу зерновою масою за певного значення вологості, температури і доступу повітря. Інтенсивність процесу дихання виражають у міліграмах або в кубічних сантиметрах вуглекислого газу, що виділився з 1000 г сухої речовини зерна за добу.

*Фактори, що впливають на інтенсивність дихання зерна.* Збереженість зернової маси залежить від інтенсивності її дихання. Чим вона вища, тим важче зберегти зернову масу від псування і тим більші втрати її маси. Інтенсивність дихання зернової маси залежить від вологості, температури, ступеня аерації, тривалості зберігання, її якості і стану.

*Вологість зернової маси* – найважливіший і надійний фактор регулювання її життєдіяльності. Волога в зерні є середовищем, в якому відбуваються всі життєві процеси. Сухе зерно дихає досить повільно. Так, інтенсивність дихання зерна пшениці, жита та інших злакових культур з вологістю 11–12 % практично дорівнює нулю. З підвищенням вологості зерна в межах сухого стану зернової маси інтенсивність дихання дещо збільшується, однак залишається низькою. Зерно середньої сухості дихає у 2–4 рази, вологе – в 4–8, сире – у 20–30 разів інтенсивніше, ніж сухе. Проте інтенсивність дихання зерна збільшується не прямолінійно, а по кривій, яка має критичну зону (рис. 6).

Перші порції вологи, що поглинаються сухим зерном, посилюють його дихання незначно. За досягнення зерном певного рівня вологості (для більшості зернових культур – близько 15 %) інтенсивність дихання різко зростає. Вологість зерна, починаючи з якої різко посилюються фізіолого-біохімічні і мікробіологічні процеси та змінюються умови зберігання, називається *критичною* (табл. 2.8).

Отже, критичній вологості зерна відповідає такий її рівень, вище за який у ньому з'являється вільна волога, різко посилюється інтенсивність дихання і виникає загроза пошкодження мікроорганізмами.

Для більшості сільськогосподарських культур критична вологість відповідає рівноважній вологості зерна, яка встановлюється за 75 %-ї відносної вологості повітря. Найкраще брати за основу вологість повітря 60 %, тому що в атмосфері такого повітря зерно і насіння сухі, тобто не мають вільної вологи. Якщо вологість навколишнього середовища вища за 65 %, можливі зволоження сухої зернової маси і погіршення її зберігання.

Таблиця 2.8

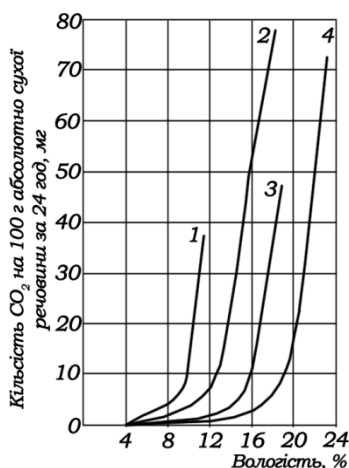
**Критична вологість зерна і насіння за температури 18–25 °С, %**

Культура	Вологість	Культура	Вологість
Пшениця, жито, ячмінь, гречка	14,0 – 14,5	Бавовник	12,5
		Люпин	15,5 – 16,5
Кукурудза, овес, рис	14,0	Горох	16,0 – 17,0
Просо	12,5 – 13,0	Кормові боби	16,0 – 17,0
Льон	8,5	Кормові трави (насіння)	11,0 – 13,0
Соняшник	7,0 – 9,0		
Соя	12,5		

У насінні олійних культур порівняно з зерном злакових значення критичної вологості менше, що пояснюється значним вмістом у них ліпідів – гідрофобних речовин, які не здатні зв'язувати вологу (рис. 6).

За вмістом вологи зерно (насіння) буває сухе, середньої сухості, вологе і сире. Критична вологість знаходиться в межах середньої сухості зерна (насіння).

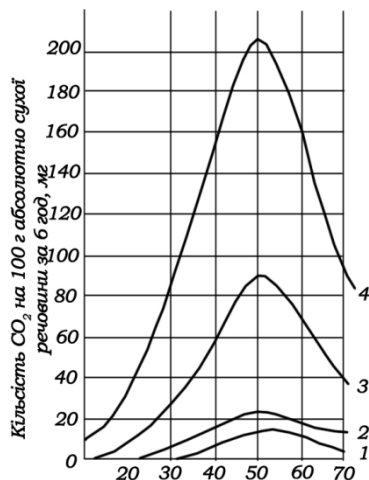
Зернова маса в сухому стані (вологість нижча за критичну) стійка під час зберігання і вимагає меншого догляду. Вологе і сире зерно досить інтенсивно дихає і може псуватися під час зберігання внаслідок самозігрівання.



**Рис. 6. Залежність інтенсивності дихання насіння олійних культур від вологості і вмісту олії:**

1 – рицини (53,5 % олії); 2 – соняшнику (40,9 % олії);  
3 – бавовнику (25,1 % олії); 4 – сої (21,1 % олії)

*Температура зернової маси.* Зниження температури значно послаблює інтенсивність дихання всіх живих компонентів зернової маси і сприяє збільшенню строків її зберігання (рис. 7). Чим нижча температура, тим менша інтенсивність дихання зерна, тобто тим менше виділяється вуглекислого газу (табл. 2.9).



**Рис. 7. Вплив температури на інтенсивність дихання зерна при різній його вологості:**  
 1 – 14 %; 2 – 16 %; 3 – 18 %; 4 – 22 %

Таблиця 2.9

**Інтенсивність дихання зерна, мг CO<sub>2</sub> на 100 г абсолютно сухої речовини за 24 год**

Вологість зерна, %	Температура зерна, °C				
	10	20	30	40	50
16	0	1	3	8	15
18	1	4	18	30	85
22	5	18	40	65	200

Вплив підвищених температур на інтенсивність дихання зерна і його життєві функції залежить також від часу, протягом якого зерно зберігалось в цих умовах. Так, максимальна інтенсивність дихання зерна пшениці за температури 50–55 °C виявляється тільки протягом короткого часу, бо ця температура приводить до загибелі зародка, всього зерна. У зерні, вологість якого вища за критичну, за продовження дії високих температур інтенсивність дихання зменшується тим швидше, чим більша його вологість. За понижених температур (0–10 °C) інтенсивність дихання зерна дуже мала, що дає змогу консервувати навіть вологе і сире зерно.

*Доступ повітря до зерна.* Інтенсивність і характер дихання зерна й насіння прямо залежать від складу газового середовища. Так, за вільного доступу повітря до зернової маси підвищується інтенсивність його дихання,

---

---

оскільки в міжзернових просторах вміст кисню достатній, тобто відбувається аеробне дихання.

У сухого зерна інтенсивність дихання незначна, тому його посівні якості зберігаються довше. Очевидно, через низьку інтенсивність дихання в його клітинах майже не утворюються продукти анаеробного розкладання.

За відсутності кисню відбувається анаеробне дихання зерна, в його тканинах нагромаджується етиловий спирт і воно швидко втрачає життєздатність. Однак продовольчі й фуражні властивості такого зерна менше змінюються, оскільки при анаеробному диханні виділення тепла зменшується приблизно в 30 разів і не створюються сприятливі умови для розвитку шкідливих мікроорганізмів. Герметизація зернової маси і зберігання її без доступу кисню – один з технологічних прийомів консервування сирого фуражного зерна.

Інтенсивність дихання зернової маси залежить також від стану і якості зерна. Під час спостереження за партіями зерна з різними дефектами виявлено їх підвищену інтенсивність дихання і меншу стійкість під час зберігання. Так, зернова маса, яка містить багато незрілих зерен (підмочених під час збирання або транспортування, пророслих, шуплих, роздавлених та ін.), є менш стійкою під час зберігання, внаслідок чого можливе суцільне її самозігрівання.

Отже, для підвищення стійкості зерна під час зберігання його потрібно після збирання просушити і якнайшвидше видалити з нього всі фракції зерна й домішки з підвищеною інтенсивністю дихання, що здійснюється у процесі очищення й сортування. Виділені фракції зерна пониженої якості переробляють на комбікорм або зберігають окремо.

На інтенсивність дихання зернової маси впливають і ботанічні особливості культури. Наприклад, зерно м'якої пшениці дихає інтенсивніше, ніж зерно твердої, а інтенсивність дихання зерна пшениці вища, ніж зерна гречки.

*Післязбиральне дозрівання і проростання зерна.* Якість свіжозібраного зерна залежить переважно від умов дозрівання, стиглості та вмісту вологи в період збирання і подальшого зберігання. Свіжозібрана зернова маса неоднорідна за вологістю і стиглістю окремих зерен, має високу фізіолого-біохімічну і мікробіологічну активність, понижені енергію проростання та схожість, понижені технологічні властивості, є нестійкою під час зберігання.

Лише за правильної технології доробки та зберігання зерно через кілька тижнів набуває якостей нормального повноцінного. Процеси, які відбуваються в зерні й насінні в перший період після збирання, приводять до поліпшення його посівних і технологічних якостей, називають *післязбиральним дозріванням*. Характеризується воно двома показниками: підвищенням схожості та зниженням інтенсивності дихання.

Дослідження показали, що в результаті складних біохімічних процесів змінюються біохімічний склад і властивості зерна, зменшується активність ферментів, відбувається перетворення низькомолекулярних сполук в складні, знижуються вміст цукрів, небілкових азотистих речовин, кислотне число жиру і титрована кислотність. Разом з тим збільшується вміст білків, крохмалю, жиру та поліпшуються технологічні і посівні властивості зерна.

---

---

Тривалість періоду післязбирального дозрівання зерна залежить, крім сортових особливостей, від умов його наливання і дозрівання в полі та умов подальшого зберігання. Основними показниками є температура і вологість середовища. Якщо в період наливання і дозрівання зерна була дощова й прохолодна погода, то тривалість періоду його післязбирального дозрівання збільшується. Воно значно прискорюється, якщо зерно після збирання висушене до вмісту зв'язаної вологи і зберігається за підвищеної температури (20–22 °С) та доброго доступу кисню.

Для прискорення післязбирального дозрівання зерно сушать на установках активного вентилявання або зберігають після збирання в сухому стані при температурі 20–22 °С протягом двох-трьох тижнів з наступним охолодженням активним вентиляванням. Доведено, що післязбиральне дозрівання відбувається тільки тоді, коли процеси синтезу в зерні й насінні переважають над процесами гідролізу, а вологість їх нижча за критичну або в межах критичної. У зерні з підвищеною вологістю процеси гідролізу переважають над процесами синтезу і якість зерна не поліпшується, а погіршується.

Сухе зерно, добрий доступ повітря та підвищена температура – основні фактори післязбирального дозрівання. Так, за сприятливих умов зберігання процеси післязбирального дозрівання зерна пшениці закінчуються протягом 1–1,5 міс, жита – 10–15 днів, вівса – 20 днів, ячменю 6–8 міс. Насіння олійних культур також має певний період післязбирального дозрівання. Насіння кукурудзи після сушіння (видалення надлишкової вологи) зразу стає фізіологічно повноцінним.

*Проростання зерна.* За різкого порушення режиму доробки і зберігання зерна в насипу можуть проростати як окремі зерна, так і цілі шари зернової маси. Однак для проростання зерна необхідні певні умови – достатня вологість, тепло і доступ повітря.

Зерно починає проростати лише за поглинання краплинорідкої вологи та зволоженні до 40 % і вище, наприклад, за сильного зволоження зернової маси опадами або ґрунтовою вологою чи в результаті конденсації води за різких перепадів температури, коли, наприклад, зерно пшениці вбере 60 і більше відсотків вологи по відношенню до своєї маси.

Якщо для індивідуального розвитку рослини (онтогенезу) проростання зерна – звичайний етап життєвого циклу, то для зберігання і промислової переробки цей процес небажаний, оскільки призводить до зниження його якості та псування. Проросле зерно має зародковий корінець і брунечку, коричневе забарвлення зародка, збільшений об'єм, понижені сипкість та в'язкість водно-борошнистої суспензії, підвищений вміст розчинних у воді речовин. Вміст сухої речовини в такому зерні значно зменшується, оскільки на проростання й підвищення інтенсивності його дихання витрачається велика кількість органічних речовин.

Якість клейковини пророслого зерна м'якої пшениці змінюється більше, твердої – менше. Борошно з пророслого зерна солодке на смак, що знижує його хлібопекарські властивості. Крім того, за переробки на борошно потрібно змінювати режими підготовки його до розмелювання та самого



---

---

розмелювання. Найефективнішим заходом підвищення якості хліба з такого борошна на хлібозаводі є збільшення кислотності тіста на 1–2<sup>0</sup>, чого досягають застосуванням рідких дріжджів. Одночасно активність  $\alpha$ -амілази знижується і стан м'якушки випеченого хліба значно поліпшується.

Для підвищення якості житнього борошна з пророслого зерна його сушать за підвищеної температури (65–70 °С) або застосовують гідротермічну обробку, зволожуючи перед розмелюванням до 23–25 % і прогріваючи близько 2 хв за температури 75–78 °С. Тривалість зберігання житнього борошна з малопророслого зерна – 2–3 тижні.

Ретельний контроль за вологістю зерна в різних шарах і ділянках насипу, запобігання утворенню краплинної вологи в зерновій масі – основні заходи запобігання проростанню зерна під час його зберігання.

*Самозігрівання зернових мас.* Самозігрівання зернової маси – це підвищення її температури внаслідок фізіологічних процесів, які відбуваються в ній, та низької теплопровідності. Можливе за зберігання зерна на токах, у зерносховищах, під час транспортування у вагонах або суднах.

У процесі аеробного дихання сирого й особливо свіжозібраного зерна виділяється теплота, яка підвищує температуру зернової маси навіть за відносно невисокого (0,7 – 1,0 м) його насипу. Це пояснюється тим, що теплопровідність зерна дуже низька і майже вся утворювана теплота витрачається на його нагрівання. Крім того, з підвищенням температури зернової маси посилюється інтенсивність її дихання, внаслідок чого теплота виділяється в значній кількості й акумулюється в зерновій масі. Отже, фізіологічною основою самозігрівання є дихання всіх живих компонентів зернової маси, яке призводить до значного виділення тепла, а фізичною – її погана теплопровідність. Як наслідок, утворення тепла в тій чи іншій ділянці зернового насипу перевищує віддачу його в навколишнє середовище, тобто викликає самозігрівання.

Самозігрівання, що почалося в зерновій масі, не припиняється мимовільно до повного його закінчення. Цей процес закінчується тільки тоді, коли температура підвищується до меж, яких не витримують живі компоненти зернової маси і гинуть. Тому якщо не вжити термінових заходів щодо припинення самозігрівання зернової маси, то воно може повністю втратити посівні, продовольчі, фуражні й технічні якості. Гранична температура зерна під час самозігрівання 55–65 °С. Самозігрівання свіжозібраного зерна відбувається досить інтенсивно – граничної температури воно набуває вже через 2–4 доби.

Утворенню і нагромадженню теплоти в зерновій масі сприяють, крім інтенсивного дихання зерна основної культури та зерен і насінин, які входять до складу домішок, активний розвиток мікроорганізмів; інтенсивна життєдіяльність комах і кліщів. Насіння бур'янів, маючи вищу інтенсивність дихання порівняно з інтенсивністю дихання основного зерна, сприяє більшому нагромадженню в ньому теплоти. Особливо багато її виділяється в неочищеному зерні з підвищеною вологістю і вмістом зелених часточок рослин (їх вологість більше 70 %) та насіння бур'янів.

---

---

У процесі життєдіяльності комах та кліщів також виділяється певна кількість теплоти. За великої зараженості зерна і скупчень шкідників в окремих ділянках насипу виділяється значно більша кількість теплоти, як від зерна, що прискорює його самозігрівання. Самозігрівання сухого зерна, яке зберігається за температури 20–30 °С, може виникнути внаслідок розвитку в ньому саме шкідників.

Самозігрівання – явище комплексне, тобто це результат інтенсивного дихання самого зерна і мікроорганізмів, що містяться у зерновій масі. Однак не будь-яке підвищення температури у зерновій масі потрібно розглядати як початок розвитку процесу самозігрівання, оскільки температура в ній може підвищуватися, наприклад, через поступове прогрівання у весняний і літній періоди. Інтенсивність, з якою виникає і розвивається процес самозігрівання, залежить від стану зернової маси, стану конструкції зерносховищ, умов зберігання зерна в сховищах і догляду за ним.

При зберіганні неоднорідної зернової маси окрема ділянка насипу, у якій спостерігається підвищена фізіологічна активність, може стати осередком самозігрівання. Залежно від стану зернової маси та умов зберігання самозігрівання може виникнути в різних частинах насипу. У практиці зберігання зерна розрізняють самозігрівання гніздове, шарове й суцільне.

*Гніздове самозігрівання* виникає у будь-якій частині зернової маси за наявності однієї з таких причин:

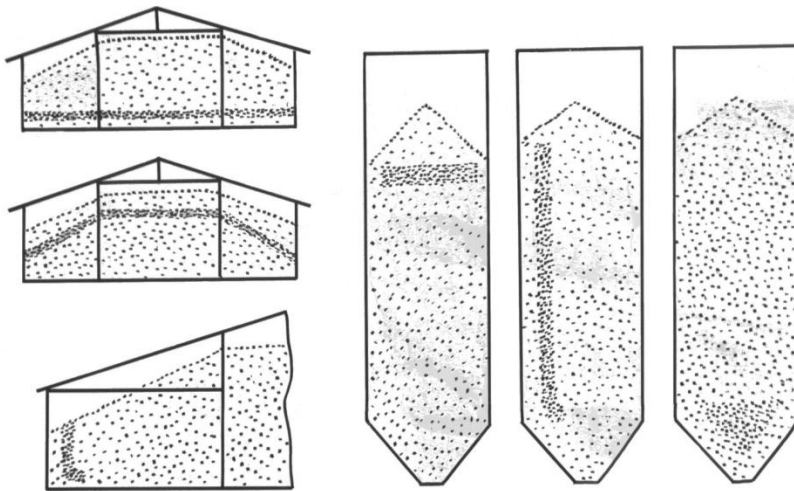
- 1) зволоження зернової маси у випадку протікання даху або недостатньої гідроізоляції стін сховищ;
- 2) засипання в одне сховище або одну засіку зерна різної вологості, внаслідок чого створюються осередки (гнізда) з підвищеною вологістю;
- 3) наявності в зерновій масі ділянок з підвищеним вмістом вологих домішок і пилу;
- 4) скупчення комах і кліщів в одній ділянці насипу.

Отже, гніздове самозігрівання зерна можливе лише за порушення основних правил його розміщення і догляду за ним.

*Шарове самозігрівання* зернової маси виникає за зберігання її в силосах, сховищах, буртах. Називається так тому, що шар зерна, в якому відбувається самозігрівання, міститься в насипу, котрий має вигляд горизонтального або вертикального пласта. Самозігрівання може виникати в нижньому (низове самозігрівання) або верхньому (верхове) шарі насипу, біля стін зерносховища (вертикально-пластове) (рис.8).

Основною причиною шарового самозігрівання є така фізична властивість зернової маси, як термовологопровідність – переміщення вологи в зерновій масі в напрямі струменя теплоти, що зумовлюється перепадом температур.

*Верхове самозігрівання* виникає за зберігання зернової маси переважно в періоди з найбільшим перепадом температури зерна і навколишнього середовища, тобто пізно восени і рано навесні. Горизонтальний пласт зерна, в якому відбувається самозігрівання, розміщений на глибині 0,7–1,5 м від поверхні високого зернового насипу, а за товщини останнього у сховищі 1–1,5 м – на глибині 0,15–0,25 м від його поверхні.



**Рис. 8. Види пластового самозігрівання:**  
 1 – низове; 2 – верхове; 3 – вертикально-пластове

Розвиток верхового самозігрівання умовно можна уявити так. Восени в зерносховища закладають недостатньо охолоджене свіжозібране зерно з підвищеною фізіологічною активністю. Внаслідок інтенсивного дихання зерна та інших процесів повітря в міжзерновому просторі нагрівається і зволожується. Потоки теплого й вологого повітря піднімаються вгору, стикаючись на своєму шляху з верхніми шарами насипу, які охолоджені холодним атмосферним повітрям, внаслідок чого відбувається конденсація водяної пари. Температура шару, який зволожується, стає сприятливою для розвитку мікробів та посиленої життєдіяльності зерна.

Навесні і на початку літа, коли внутрішня частина зернової маси має низьку температуру, а верхні її шари прогріваються теплим повітрям, також можливі конденсація водяної пари і посилений розвиток фізіологічних процесів у зерні. Весняне верхове самозігрівання характерне для теплої ранньої весни після зими із сильними морозами. За різкого перепаду температур в цей час спостерігається верхове самозігрівання сухого зерна або зерна, яке довго зберігається.

При верховому самозігріванні у зв'язку з тепломасообмінними процесами у зерновій масі температура внутрішніх її ділянок, що розміщені нижче шару, який нагрівається, підвищується, як правило, повільно. Щоб ліквідувати верхове самозігрівання, верхній пласт зерна знімають, охолоджують, сушать і розміщують в іншому сховищі.

*Низове самозігрівання* розвивається у нижньому шарі насипу зерна на відстані 0,2–0,5 м від підлоги або основи силосу елеватора. Зазвичай виникає влітку або восени після завантаження свіжозібраного неохолодженого зерна у склади з холодною підлогою. Таке самозігрівання часто супроводжується проростанням та злежуванням зерна в нижньому шарі насипу, а за недогляду може призвести до суцільного самозігрівання. Ліквідувати його можна лише активним вентиляванням.

---

---

*Вертикально-пластове самозігрівання* характерне для зернових мас, які зберігаються в металевих бункерах, силосах елеватора або в сховищах, за нагрівання будь-якої стіни, що контактує із зерною масою та появи конденсованої вологи на межі стикання холодного і нагрітого зерна. Виникає у вертикальному шарі зерна на відстані 0,5–0,6 м від стіни. Йому можна запобігти, якщо стіна засіки буде віддалена на 0,5–0,6 м від зовнішньої стіни сховища.

*Суцільне самозігрівання* можливе в зерновій масі з високою вологістю і великим вмістом недозрілих зерен та домішок, а також коли осередки самозігрівання не ліквідовано. Колір зерна після настання 3-го ступеня самозігрівання (температура більше 50 °С) змінюється до темно-коричневого і навіть чорного. На початку самозігрівання (за температури до 30 °С) зерно набуває комірного запаху, незначно темніє, на зародку з'являється плісневий наліт. Після охолодження і сушіння таке зерно не використовують на продовольчі цілі та для підсортовування до зерна нормальної якості.

Після 2-ї стадії самозігрівання (температура до 34–38 °С) змінюється якість зерна: знижується сипкість, виникають солодовий запах і плісень, найбільш вологі зерна темніють. Таке зерно на продовольчі цілі не придатне, оскільки хлібопекарські якості його значно погіршуються.

За запусненої форми самозігрівання температура зерна підвищується до 50 °С і більше. Різко знижується сипкість зернової маси (або вона втрачається зовсім), зерно набуває коричнево-чорного або чорного кольору, виникають затхлий та гнильно-затхлий запахи. Таке зерно непридатне ні для продовольчих чи фуражних цілей, ні для технічних.

### **2.3. Очищення зерна**

Для забезпечення стійкого зберігання зерна і зменшення втрат його (як за кількістю, так за і якістю) проводять певну технологічну підготовку зернових мас до тривалого зберігання. Вона полягає у: 1) підготовці току і сховищ до приймання зерна нового врожаю; 2) правильному визначенні якості зерна, яке надходить з поля від комбайнів; 3) організації його очищення, сушіння чи охолодження; 4) організації хімічного консервування (за потреби); 5) боротьбі з шкідниками і хворобами; 6) контролі за якістю проведення технологічних процесів та зберігання.

Необхідна матеріально-технічна база для доброякісного проведення післязбиральної доробки зернової маси – це тік, сховища, автоваги, комплекс машин для очищення, сушіння та активного вентилявання зерна, ремонтна майстерня, службові приміщення, протипожежні засоби тощо.

До початку надходження на зерноочисний пункт зернових мас очищають склади, ремонтують техніку, проводять профілактичні заходи боротьби з комірними шкідниками, перевіряють наявність тріщин у дошках засік, підлозі та стінах.

Тік повинен мати як закрити, так і відкрити частини. Останню влаштовують з невеликим нахилом для забезпечення стоку дощової води. Розмір току залежить від кількості зернової маси, що надійде на тік (на 1 т

---

---

зерна потрібно 1–1,5 м<sup>2</sup> току). Автоваги встановлюють (використовуючи ватерпас) на підвищеному місці. Протипожежні засоби розміщують у зручному для їх використання місці.

Призначають також вагарів та завідуючого током, який організовує приймання, післязбиральну доробку, формування партій зерна для реалізації, проведення якісного та кількісного обліку зернових мас.

Пункт для післязбиральної доробки зерна обладнують на певній відстані від відкритих водоймищ, очищають усю його територію від бур'янів, встановлюють місткості для зберігання смітних домішок. Розраховують також потребу в щитах-буртоутворювачах, брезенті, синтетичній плівці, тарі та інших матеріальних засобах. Попередньо планують розміщення різних за вологістю і засміченістю партій продовольчого та насінного, а також цінного продовольчого та насінного зерна за сортами і репродукціями.

Для визначення режиму післязбиральної доробки зернової маси кожну її партію під час надходження на тік аналізують за вологістю, смітністю і наявністю зернових домішок з визначенням якості та параметрів кожного компонента. За результатами аналізу роблять висновок про потребу в сушінні, тимчасовому консервуванні зерна, використанні певного набору робочих органів для розділення зернової маси на компоненти (зерно основне, дрібне, бите, смітні домішки сирі, легкі, мінеральні, зерна культурних рослин та ін.). Такий аналіз потрібний для того, щоб налагодити зерноочисну машину так, щоб за один пропуск мати зерно потрібної якості. Це сприяє зниженню його травмування від пропуску через зерноочисні машини і знижує затрати праці та електроенергії на післязбиральну доробку.

Зернову масу, яка містить зернові та смітні домішки, очищають відразу після її надходження на тік. Тому ворохоочисників і машин для первинної обробки зерна має бути стільки, щоб їх годинна продуктивність дорівнювала або була більшою за годинну продуктивність комбайнів на збиранні врожаю. Більш пізнє очищення завдає непоправної шкоди насінню чи зерну будь-якого цільового призначення, особливо якщо зернова маса не суха або в масі сухого зерна є вологі компоненти. Така зернова маса швидко втрачає схожість уже в перші години її зберігання. Особливо часто втрачається якість зернової маси, яка надійшла на тік після обмолоту скошеного хліба на поворотах перед роздільним збиранням зернових культур, бо має вологість 30 % і більше.

Отже, післязбиральна доробка зернових мас включає сукупність технологічних операцій, які проводяться у післязбиральний період з метою підвищення їх стійкості та поліпшення якості. Цей процес досить відповідальний, оскільки є одночасно завершальним етапом виробництва зерна, а для насінного – ще й початком виробництва.

*Первинне очищення* (очищення вороху) має забезпечити повне видалення великих і дрібних домішок, а разом з ними і значної частини мікрофлори, особливо якщо домішки більш вологі, ніж основне зерно, а також забезпечити нормальний процес сушіння (шахтні сушарки не працюють, якщо зерно засмічене).

---

---

У сільськогосподарському виробництві застосовують кілька технологій післязбиральної обробки зерна, що залежать від кількості техніки, рівня оснащення машин та кваліфікації кадрів, які організують післязбиральну доробку. Як правило, на практиці застосовують дві технології обробки зерна.

*Перша технологія* полягає в тому, що машини (особливо старі, що мають низьку продуктивність) використовують кожну окремо, внаслідок чого зерно перекидається багато разів і потрібна велика кількість обслуговуючого персоналу. Окрім цього, зерно під час зберігання між окремими обробками за відсутності належного контролю втрачає якість, стає нестійким за подальшого зберігання. Як результат, близько 50 % витрат на виробництво 1 ц зерна становить вартість робіт, пов'язаних з післязбиральною доробкою зерна.

*Друга технологія* – поточна, коли за один пропуск виконуються всі операції для доведення зерна до потрібної кондиції. Залежно від зони зерноочисних ліній комплектують або не комплектують сушарками.

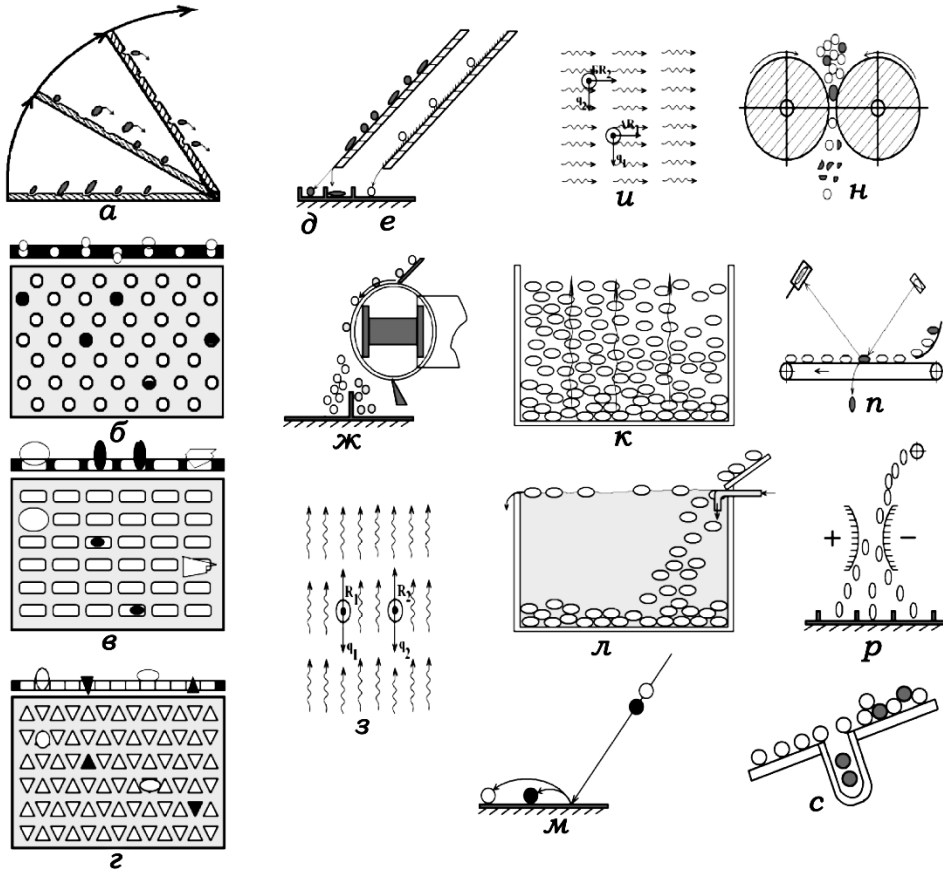
Для очищення зерна за будь-якою технологією потрібно проводити контроль за дотриманням послідовності проведення робіт: 1) попередній аналіз зерна та регулювання всіх робочих органів машин; 2) встановлення машин за допомогою ватерпаса (вздовж і впоперек); 3) перевірка відсутності вібрації; 4) встановлення захисних огорож та заземлення; 5) регулювання подачі зернової маси (для більш засміченої – подача менша), завантаження решіт (на початку решета  $B_1$  шар крупнонасінного зерна повинен бути завтовшки 6 – 10 мм, дрібнонасінного – 3–6 мм, а в кінці цього решета – вдвічі менше; решето  $B_2$  має бути покрите насінням основної культури на 75–80 %).

### **2.3.1. Технологія очищення зерна**

Процес очищення зернової маси та насіння базується на використанні технологічних її властивостей: *аеродинамічність, стан чи форма поверхні, геометричні розміри* (довжина, товщина, ширина зерна), *щільність, колір* та ін. (табл. 2.10, 2.11), (рис.9). Процеси розділення компонентів зернової маси в зерноочисних машинах, як правило, відбуваються послідовно, паралельно чи комбіновано.

Компоненти, що різняться аеродинамічними властивостями (парусністю), виділяють за допомогою повітряного струменя горизонтального (машини первинного очищення) чи вертикального (в насіннеочищувальних колонках, на сортувальних столах та ін.).

Для нормальної роботи зерноочисних машин регулюють силу струменя повітря, періодично очищують фільтри та пилозбірники. За доробки вологого зерновороху швидкість повітряного струменя збільшують. Вертикально повітря подається у пневматичних сортувальних гірках, де воно надходить знизу під металеву сітку і розділяє зернову масу за щільністю та коефіцієнтом тертя (спеціальні машини вторинного очищення).



**Рис. 9. Принципи і способи очищення зерна:**

*а – за довжиною на трієрній (комірковій) поверхні; б – за шириною на ситах з круглими отворами; в – за товщиною на ситах з довгастими отворами; г – за формою на ситах із фасонними отворами; д – за формою по нахиленій рівній (гладкій) поверхні; е – за станом поверхні на ворсистій площині; ж – за станом поверхні на магнітонасіннеочисній машині після змішування зерна з магнітним порошком; з – за різницею в аеродинамічних властивостей зерна та домішок при вертикальній течії повітря; и – за різницею в аеродинамічних властивостях при горизонтальній течії; к – за густиною у вібруючому зерновому шарі; л – за густиною в рідині; м – за пружністю; н – за механічною міцністю п – за кольором; р – в електричному полі; с – за магнітними властивостями.*

В таблицях 2.10 та 2.11 наведено параметри всіх компонентів зернової маси. Як видно з таблиць, коливання фізичних параметрів зерна і зернової маси значно коливається, тому перед пропусканням через машину чергової за якістю партії підбирають розміри вічок решіт, а з початку роботи поступово регулюють до оптимальної подачі зерновороху повітряний потік.

Таблиця 2.10

**Фізико-механічні властивості зернової маси різних зернових культур**  
(за В. В. Гортинським, А. Б. Демським, М. А. Борискіним)

Зернова маса культури	Розміри зерна, мм			Об'ємна маса, кг/дм <sup>3</sup>	Коефіцієнт внутрішнього тертя	Шпарува- ність, %
	довжина	ширина	товщина			
Пшениці	4,8 – 8,0	1,6 – 4,0	1,5 – 3,3	0,76	0,47	54,0
Жита	5,0 – 10,0	1,4 – 3,6	1,2 – 3,5	0,73	0,49	38,0
Вівса	8,0 – 18,6	1,4 – 4,0	1,0 – 4,0	0,45	0,51	68,0
Ячменю	7,0 – 14,6	2,0 – 5,0	1,2 – 4,5	0,65	0,51	47,4
Рису	5,0 – 7,0	2,5 – 2,8	2,0 – 2,5	0,52	0,51	49 – 56
Гречки	4,2 – 6,2	2,8 – 3,7	2,4 – 3,4	0,72	0,52	55,5
Кукурудзи	5,5 – 13,5	5,0–11,5	2,5 – 8,0	0,73	0,53	35 – 55
Гороху	4,0 – 8,8	4,0 – 9,0	3,0 – 9,0	0,83	0,55	–
Проса	1,8 – 3,2	1,5 – 2,0	1,5 – 1,7	0,85	0,52	30 – 50

На пневматичних сортувальних столах зернова маса, яка пройшла первинну доробку, розділяється на чотири фракції. Із зерна пшениці, ячменю, гречки та вівса тут можна видалити насіння дикої редьки та інші важковідділювані домішки. Через різну щільність, розмір, форму компонентів вони розшаровуються у зернової масі: нижній шар – часточки з великою щільністю, які мають значний ступінь зчеплення з робочою поверхнею деки і під дією сил тертя переміщуються у напрямку коливальних деки; верхній розміщується в бік опущеного краю деки під дією власної маси. Однак між нижнім та верхнім шарами може бути ще 2 – 4 окремі фракції.

Перед початком роботи сортувальних столів потрібно перевірити цілість робочої сітки, кут поздовжнього ( $5-6^{\circ}$ ) та поперечного ( $2-3^{\circ}$ ) нахилу деки. На початку роботи встановлюють відповідну частоту коливання деки за рівномірним розміщенням зернової маси на її поверхні: більш товстий шар зерна біля верхньої крайки деки – велика частота коливання, товстий біля нижньої крайки деки – мала. Слід зазначити, що за великої частоти коливання зернова маса переміщується не плавно, а стрибкоподібно. Проте збільшення поздовжнього кута нахилу деки зменшує швидкість руху матеріалу. Якщо кут нахилу деки відрегульовано правильно, то шар насіння під завантажувальним вікном для крупнонасінних культур повинен бути до 6 см, а для дрібнонасінних – до 3 см. Нормальною вважається подача повітря, коли зернова маса доведена до стану легкого “кипіння”.

Домішки зернової маси, які відрізняються від основного зерна геометричними розмірами (довжина, ширина, товщина), виділяються на решетах. Якщо в масі зерна злакових є компоненти, які різняться шириною, то їх можна виділити на ситах з круглими отворами; за товщиною – на ситах з довгастими отворами. Наприклад, насіння жита та пирію мало різняться за шири-



ною і значно – за товщиною, тому його розділяють на ситах з довгастими отворами. На роботу решітного стану впливає частота його коливання, її збільшують за високої вологості та малої сипкості зернової маси.

Таблиця 2.11

**Фізико-механічні властивості домішок**  
(за В. В. Гортинським, А. Б. Демським, М. А. Борискіним)

Домішки зернових мас	Розміри, мм			Щільність домішок, г/см <sup>3</sup>	Маса 1000 зерен, г	Критична швидкість подачі повітря, м/с
	довжина	ширина	товщина			
Вівсюг звичайний	8,0–20,0	1,7–3,0	1,2 – 3,0	0,9 – 1,1	15,0–25,0	5,5 – 8,3
Гречка татарська	4,0 – 5,6	2,2 – 3,6	2,2 – 3,6	1,0 – 1,3	2,0 – 6,0	3,5 – 9,0
Кукіль звичайний	2,8 – 4,4	2,0 – 3,0	1,6 – 3,0	1,1 – 1,3	7,0 – 10,0	6,0 – 9,8
Ріжки	2,0 – 8,5	1,0 – 3,0	0,8 – 1,8	0,9 – 1,1	2,0 – 2,2	-
Редька дика	3,0 – 8,1	2,0 – 5,8	1,7 – 5,0	0,8 – 1,0	8,0 – 10,0	-
Гречка витка березкоподібна	2,0 – 3,6	1,6 – 2,8	1,6 – 2,6	3,0 – 1,3	2,0 – 6,0	3,7 – 7,4
Березка польова	2,4 – 4,3	1,4 – 3,4	1,1 – 2,8	0,97	10,0 – 11,1	4,6 – 8,0
Стоколос житній	7,0 – 10,0	1,7 – 2,0	1,5 – 1,7	0,3 – 0,4	6,0 – 8,0	-
Голівки осоту	2,5 – 3,5	0,8 – 1,5	0,4 – 0,9	0,74	0,37	-
Просо куряче	2,4 – 5,0	1,2 – 2,6	0,7 – 2,0	0,8 – 1,2	1,5 – 2,0	2,5 – 6,5
рисове	3,0 – 3,5	2,0 – 2,5	1,2 – 2,0	1,1 – 1,2	4,0 – 3,0	-
Волошка синя	2,3 – 3,0	1,2 – 1,7	0,8 – 1,2	-	4,0 – 5,9	4,2 – 6,5
В'язіль	4,0 – 8,0	1,5 – 2,0	1,0 – 1,2	-	-	-
Осот польовий	2,5 – 3,5	0,8 – 1,5	0,4 – 0,9	-	0,37	-
Пелюшка	4,8 – 8,0	4,5 – 8,0	3,2 – 8,0	-	-	11,0 – 16,0
Пирій повзучий	6,0–12,5	1,4 – 2,4	0,6 – 1,6	-	4,0 – 5,0	4,8 – 7,2

Компоненти зернової маси з різною довжиною розділяють на дискових або циліндричних трієрах. На вівсюжних трієрах короткі зерна (домішки), потрапляючи в комірки решета, піднімаються в них на більшу висоту і випадають у лоток, а довгі – виводяться сходом по циліндру. На кукільному

---

---

трієрі – навпаки. Для якісної роботи трієра регулюють положення крайки лотка й аналізують вихід зерна. Лоток починають регулювати з крайнього верхнього чи нижнього положення, поступово опускаючи чи піднімаючи його та контролюючи чистоту виходу насіння. Трієрні циліндри можуть працювати за схемою одинарної чи подвійної дії, коли ставлять відповідно однакові чи різні циліндри.

Під час встановлення трієрів потрібно обов'язково перевіряти горизонтальність рами, правильність розмірів отворів решіт. Наприклад, для зерна пшениці для видалення коротких домішок діаметр отворів становить 5,0 і 5,6 мм, довгих – 8,5 та 9,5 мм. Частота обертів трієрних циліндрів для зерна пшениці, жита, ячменю, вівса, гречки дорівнює 40–45, для проса – 30–40 за хвилину. Дискові трієри бувають вівсюжні або кукільні і різняться розмірами комірок.

*За станом поверхні і формою зерна і насіння* (гладеньке, бугристе, шорстке, опушене, пористе, плоске, довгасте, тригранне або кулясте) зернову суміш розділяють на фрикційних (гірках) та гвинтових сепараторах.

На *фрикційних сепараторах* з поздовжнім чи поперечним рухом полотна суміш зерна розділяється за станом поверхні та формою зерна: гладенькі й округлі зернини скочуються раніше, а плоскі з шорсткою поверхнею, захоплюються полотном і розділяються на фракції. Гірка складається з двох полотен (з байки, бархату або іншого матеріалу), які встановлені під кутом (від 2 до 6,5<sup>0</sup>) до горизонту й утворюють лоток, нахилений по ходу руху основного насіння. Під час роботи гірки утворюються чотири фракції різних компонентів зернової маси: очищене насіння; зерно 2-го і 3-го сортів основної культури; смітні домішки.

На *гвинтових сепараторах* (змійках) розділяють вико-овес та бурякове насіння від насіння дикої редьки. Більш кругле насіння набуває великої швидкості і переміщується на зовнішню гвинтову доріжку, а плоске – на внутрішню доріжку сепаратора.

Насіння бур'янів із шорсткою поверхнею, з геометричними розмірами, які близькі до розмірів зерна основної культури, можна відділити на електромагнітних машинах. Так, насіння з гладенькою поверхнею (льону, конюшини, люцерни) відділяють від насіння бур'янів (повитиці, подорожника, гірчаку, плевелу та ін.) з шорсткою поверхнею.

*Первинне очищення* зерна проводять на вітрорешітних машинах, принцип роботи яких, залежно від призначення, ґрунтується на комбінованій дії повітряного потоку та решіт. У високопродуктивних ворохоочисниках (ВЗ-50 та ін.) основним є повітряний потік різної сили у верхньому й нижньому ситових кузовах. В процесі роботи великі та легкі домішки відділяються на верхньому, а дрібні важкі – на нижньому ситових кузовах. Високопродуктивною є машина МЗП-50, в якій сита нерухомі, а повітряний потік, що подається знизу, виносить домішки в осаджувальну камеру, де очищений від легких домішок ворох надходить на внутрішню поверхню барабана з відповідними розмірами отворів сита, розділяючись на *сход* і *прохід*. Інші вітрорешітні машини, які працюють окремо або в комплексах

---

---

технологічних ліній, мають два або три решітних стани. Перші решета машин призначені для виділення великих домішок, а основне зерно з них проходом потрапляє на нижні решета, які виділяють проходом дрібні домішки і дрібне зерно, а сходом рухається основна маса крупного зерна.

З 2001 року на ринку сільгосптехніки України з'явилася новинка – сепарувальна машина “Алмаз”, робота якої ґрунтується на принципі розподілу суміші за питомою вагою, розміром і частково за аеродинамічними характеристиками. У багатьох випадках машина здатна замінити установки, що стоять в одному технологічному ланцюжку для очищення та сортування насіння.

Машина-сепаратор торговельної марки “Алмаз” за один прохід спроможна розділити насіння за питомою вагою в самостійні фракції: до першої потрапляють важкі домішки (каміння, склероції), до другої та третьої – насіння з найбільшою, а до четвертої та п'ятої – з найменшою питомою вагою, в процесі сепарації зерно не травмується, бо в машині відсутні решета, а основним робочим інструментом слугує правильно сформований потік повітря. Однак кожна з фракцій потрібно доочищати.

Зернова маса у *сепараторах шафного типу* також розділяється за геометричними розмірами та аеродинамічними властивостями. Шафна конструкція сепаратора з висувними решітними рамами полегшує його обслуговування, а коловий поступальний рух його робочих органів забезпечує самосортування зерна. В цьому разі збільшення площі решітної поверхні сприяє зниженню питомого навантаження, внаслідок чого зерно розділяється на дві фракції, що полегшує його подальшу обробку.

Для *вторинної обробки зерна* використовують трієрні машини, в яких виділяються деякі компоненти смітної та зернової домішок. На них обробляють зерно основної культури з домішками, які неможливо виділити робочими органами машин первинного очищення. Також відділяють малоцінні насінини основної культури. До таких машин належать СМ-4, СВУ-5А, машини фірми “Петкус” (К-545А, К-547А10, К-546, К-548) для очищення насіння трав. Машини виробництва Німеччини мають більшу продуктивність, тому що оснащені трьома решітними станами та вентилятором великої потужності.

### **2.3.2. Характеристика поточних технологічних ліній очищення зерна**

Для очищення зерна використовують або окремі машини, або поточні технологічні лінії. Поточні лінії поділяють на: 1) зерноочисні агрегати вороху (ЗАВ), які використовують переважно в південних областях, де на післязбиральну доробку надходить зернова маса вологістю до 16 %; 2) зерноочисно-сушильні комплекси (КЗС) – у господарствах лісостепової та поліської зон; 3) спеціальні лінії.

Для доробки насінного зерна, якщо відсутні спеціальні лінії, комплекси ЗАВ і КЗС додатково обладнують насіннеочисними приставками СП-5, СП-10, СП-20.

---

---

Агрегати для очищення вороху випускають серійно таких марок: ЗАР-5, ЗАВ-10, ЗАВ-20, ЗАВ-25, ЗАВ-40, ЗАВ-50, ЗАВ-100. Вони призначені для доведення зерна до базисних норм за один пропуск і забезпечують приймання, очищення, відвантаження, а деякі й зберігання зерна вологістю не вище 16 %.

Поточні лінії є універсальними, оскільки змінні робочі органи їх машин забезпечують доробку насіння різних культур. Основні машини та обладнання в агрегатах і комплексах уніфіковані, узгоджені між собою за продуктивністю та керуються з дистанційного пульта.

Агрегати продуктивністю 10, 20, 25 та 40 т/год і більше призначені для господарств з річним обсягом виробництва зерна відповідно до 2500–3000, 5000–6000 і понад 6000 т.

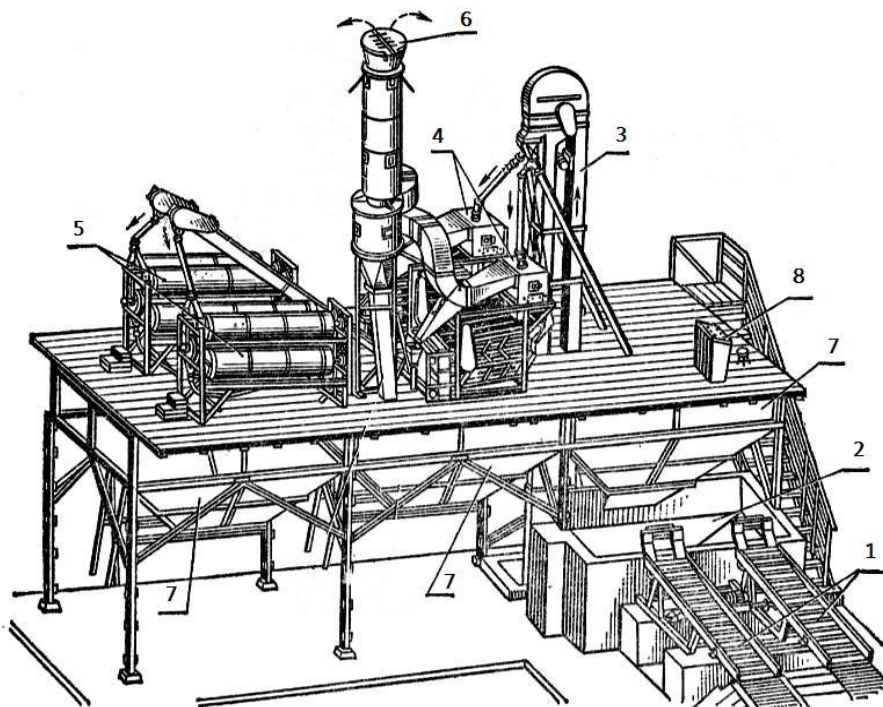
*Характеристика ЗАВ.* Зерноочисний агрегат вороху складається з будівельної частини, металевої арматури та машин і обладнання. До будівельної частини входять: приймальне відділення зерна, прийомок норії, фундамент під опору блоків бункерів, майданчик для авторозвантажувача, пандус для заїзду автомобіля на авторозвантажувач. Металева арматура – це майданчик, на якому змонтовано всі машини й обладнання. Під ними розміщений блок бункерів так, щоб під кожен бункер міг під'їжджати автомобіль для вивантаження з нього зерна (з бункерів).

Машини й обладнання складаються з авторозвантажувача 1, завальної ями 2 та норії 3 (ковшовий конвеєр для вертикального переміщення зерна), повітряно-решітних машин 4, трієрних блоків 4, централізованої повітряної системи 6, бункерів для зерна та відходів 7, зернопроводів, пульта керування 8 (рис. 10).

Авторозвантажувачі (ГАП-2Ц або ГУАР-15) розвантажують автомобіль за допомогою двох гідроциліндрів та перевертального механізму (МАЗ-203). Норії бувають одно- чи двопоточні (останні забезпечують подачу зерна на дві лінії або роботу з двома культурами). Вони різняться розмірами та способами регулювання натягування стрічки конвеєра. Норія має автомат для закривання заслінки в нижній її частині. Автомат приєднаний до загальної електричної схеми агрегату і працює так: при вмиканні електродвигуна норії струм подається на електромагніт і якорь втягується в котушку та переміщує гальмівну стрічку.

Централізована повітряна система має електровентилятор, відцентрово-інерційний відокремлювач домішок, раму, комплект повітропроводів, розтруб з покрівлею і труби. Використовується ця система для створення повітряного струменю в робочих каналах зерноочисних повітряно-решітних машин, в яких немає вентилятора (ЗАВ-10 і ЗАВ-20), а також для вловлювання пилу в закритій частині агрегату. Всі домішки потрапляють спочатку в конічний відстійник, потім через випускную трубу – в бункер відходів, а повітря, що пройшло крізь жалюзі, – в атмосферу. Різні централізовані повітряні системи відрізняються одна від одної лише комплектами повітропроводів, продуктивністю та розмірами вентилятора і відділювача домішок. В агрегатах ЗАВ-25 та ЗАВ-40 вітрорешітні машини

мають свої вентилятори, тому аспіраційна система в них працює тільки для виділення пилоподібних та легких домішок з повітря.



**Рис. 10. Технологічна схема зерноочисного агрегату вороху ЗАВ-20**

Технологічна схема зерноочисних агрегатів вороху має вертикальну конструкцію. Зерно із завальної ями подається норією на другий поверх і з головки норії самопливом надходить у розміщені на цьому поверсі зерноочисні машини, а з них системою конвеєрів – в трієри, з трієрів – у бункери. В зерноочисній машині виокремлюються легкі домішки, а зерно розділяється на три фракції: велике, середнє та дрібне (зерновідходи). Якщо у великому зерні є довгі домішки чи биті зернини, які відділяються важко, то його спрямовують у трієри, а звідти – в бункер для основного зерна та зерновідходів для розділення фракцій зернової маси.

Керування робочим процесом здійснюється з дистанційного пульта, на якому передбачено систему блокування та сигналізації. Блокування відбувається між окремими машинами, що дає змогу у разі аварійного чи випадкового відключення однієї з них вимкнути попередню за технологічним процесом машину, чим забезпечується надійний захист обладнання від завалів зерном та створення аварійних ситуацій. Сигналізація полегшує спостереження обслуговуючого персоналу за технологічним процесом та роботою обладнання.

---

---

Технологічний процес усіх агрегатів ЗАВ принципово однаковий. Базовою є конструкція агрегату ЗАВ-10, який обслуговує один механізатор. Агрегат може працювати за трьома схемами.

*Схема 1.* Зерно очищається від легких, великих, дрібних, довгих чи коротких домішок. Одночасно працюють повітряно-решітна машина і трієрний блок. Завантаження норії регулюється заслінкою вікна її нижньої частини (башмака). Аспіраційні канали первинного очищення виділяють з вороху легкі домішки, після чого ворох подається на решітний стан. Запорошене повітря через повітропровід надходить у відцентрово-інерційний повітроочисник централізованої системи, де домішки залишаються в осаджувальному конусі і через клапани виводяться в секцію відходів, а очищене повітря вентилятором викидається назовні. На решітному стані виділяються великі і дрібні домішки та щупле зерно. Очищене зерно спрямовується у поперечний шнек передавального конвеєра і далі в трієрний блок, який за очищення продовольчого зерна настроюють на паралельну роботу, а за очищення насінного – на послідовну. Для очищення насінного зерна уточнюють підбір решіт, вдвічі зменшують продуктивність блока і заново регулюють аспіраційну систему.

*Схема 2.* Цією схемою (робота без трієрного блока) користуються тоді, коли зернова маса не містить довгих та коротких домішок. При цьому схему клапанів трієрного блока регулюють так, щоб зернова маса проходила через нього так само, як і по зернопроводу, потрапляючи в бункер для чистого зерна.

*Схема 3* – налагоджувальна. На практиці інколи виникають ситуації, коли потрібно запустити будь-яку машину без блокування її з рештою обладнання для перевірки справності.

*Характеристика зерноочисно-сушильних комплексів (КЗС).* Комплекси КЗС комплектують шахтними (КЗС-10Ш, КЗС-20Ш, КЗС-25Ш, КЗС-40Ш, КЗР-5) або барабанными (КЗС-10Б, КЗС-10Б2, КЗС-20Б) сушарками. Все обладнання комплексів монтують у будівлях з каркасом з металевої арматури. Коли сушать зерно пшениці, продуктивність комплексів КЗС-10Б і КЗС-10Ш становить 8 т/год, КЗС-20Ш, КЗС-20Б, КЗР-5 – до 16, КЗС-25 – до 20 т/год, а коли лише очищають – відповідно 10, 20 і 25 т/год.

Базовою моделлю КЗС є комплекс КЗС-10. Комплекс КЗС випускається в трьох модифікаціях: на базі однієї барабанної сушарки СЗСБ-8 (КЗС-10Б); на базі однієї шахтної сушарки СЗШ-8 (КЗС-10Ш); на базі двох барабаних сушарок ЗСПБ-4 (КЗС-10Б2).

До складу КЗС такої самої продуктивності, як і ЗАВ, додатково входить машина для попереднього очищення зерна, замість однопоточної норії – двопоточна з двома циклами (тільки для очищення зерна або для очищення зерна і подачі його в сушарку) та завальна двосекційна яма.

Технологічна схема роботи КЗС-20 Ш така: з приймального бункера завальною норією 1 ворох подається в машину для попереднього очищення 2, а далі зерно, якщо воно сухе, спрямовується на другу секцію завальної норії, а потім – на вторинне очищення 3. Вологе зерно після попереднього

очищення надходить у сушарку 4, а потім – на вторинне очищення. В технологічному процесі очистки та сушіння зернового вороху беруть участь норії 5, 7, охолоджувальна колонка 6, топка 8, шнек вивантаження зерна 9.

У складі КЗС-10Б2 є дві сушарки СЗСБ-4, які можуть працювати паралельно або послідовно, в останньому випадку продуктивність їх знижується наполовину.

Зерноочисно-сушильний комплекс для рису КЗС-5 (можна очищати й сушити також зерно інших культур) має шахтну сушарку, блок бункерів (4 шт.) і відрізняється від агрегату ЗАР-5 тим, що комплектується повітряно-решітною машиною для попереднього очищення зерна, змінним комплектом повітропроводів та пультом керування. У зерносушарці СЗШ-16Р теплоносієм є суміш топкових газів з повітрям або тільки підігріте повітря. Бункери цього комплексу працюють як у поєднанні із сушаркою (використовують для проміжного витримання, тобто перерозподілу вологи), так і самостійно.

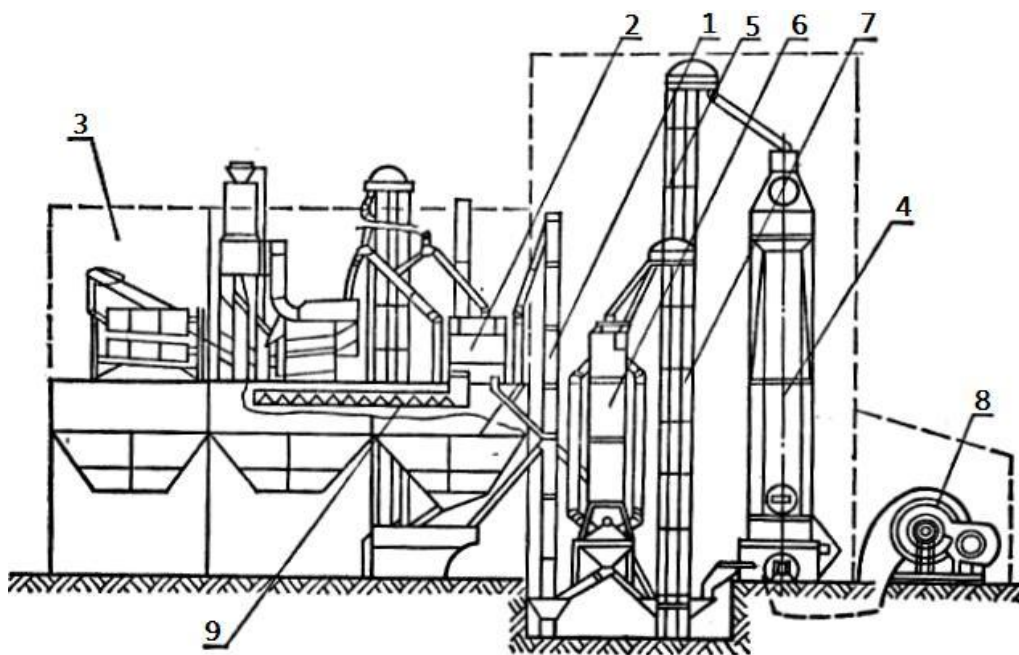


Рис. 11. Технологічна схема зерноочисно-сушильного комплексу КЗС-20Ш

## 2.4. Сушіння зерна

Сушіння – основна технологічна операція з приведення зерна й насіння до стійкого стану. Тільки після того, як із свіжозібраної зернової маси видалено всю надлишкову вологу і зерно доведено до сухого стану, можна розраховувати на подальшу надійну збереженість продукції.

Сушіння полягає у видаленні з матеріалу будь-якої рідини, в результаті чого в ньому збільшується відносний вміст сухої частини.

---

---

Відомо, що в сухій зерновій масі всі живі компоненти, крім шкідників та комах, перебувають в анабіотичному стані. Зберігання зерна сухим – основний засіб підтримання високої життєдіяльності насіння в зернових партіях усіх культур, а також якості продовольчого зерна протягом тривалого строку зберігання.

Усі способи сушіння зерна враховують сорбційні та інші його властивості. Зерно як об'єкт сушіння – це живий організм з капілярно-пористою структурою. Плодові оболонки насіння пронизані капілярами, тому є проникними для пари води. Насінні оболонки й алейроновий шар, навпаки, відносно малопроникні для пари води і, за неправильного режиму сушіння, можуть бути причиною здуття зерна, спричиненого затримкою видалення водяної пари, яка накопичилась всередині ендосперму. Крім того, зародок містить дуже чутливі до температури водорозчинні білки – альбуміни. За температури вище 41–42 °С білки зародка, наприклад, пшениці, денатурують, тобто насіння втрачає схожість. Білки клейковини більш термостійкі, однак температура нагрівання нормальної, міцної і слабкої за пружністю клейковини сильної пшениці не повинна перевищувати відповідно 50, 45 і 55 °С.

Сушіння – складний технологічний тепломасообмінний процес, який повинен забезпечити збереженість усіх властивостей речовин у зерні, що можливо за умови дотримання оптимальних параметрів цього процесу. Так, під час сушіння постійно змінюються термодинамічні й теплофізичні властивості зерна, зокрема теплоємність і теплопровідність. Тому необхідно суворо дотримувати рекомендованих режимів сушіння насіння кожної культури залежно від його вологості та цільового призначення.

Застосовують три способи сушіння (зневоднення) зерна: теплове (в тому числі вакуумне); сорбційне (контактне); механічне (відтискання, центрифугування). Найчастіше практикують теплове сушіння, рідше – сорбційне, а механічне – тільки у мийних машинах на борошномельних заводах. Під час теплового сушіння рідина перетворюється на пару, на що витрачається тепла енергія. За сорбційного сушіння волога із зерна може видалятися як у пароподібному, так і в рідкому стані, причому цей процес не пов'язаний з необхідністю використання додаткового джерела енергії.

Серед численних способів *теплового сушіння*, які різняться способом передачі теплоти зерну, найпоширенішим є конвективний. Суть його полягає в тому, що теплота передається конвекцією від теплоносія, який вбирає вологу, і видаляється в атмосферу. За таким принципом працюють шахтні, рециркуляційні, барабанні, стрічкові та інші типи сушарок.

Процес сушіння ґрунтується на здатності зерна випаровувати поверхню вологу за умови, що тиск водяної пари в зерні вищий за тиск її в зовнішньому повітрі.

Під час сушіння зерна відбуваються такі фізичні явища: передача теплоти від агента сушіння до зерна; рух вологи з центральних шарів зерна до поверхневих; випаровування вологи з поверхні зерна та дифузія її в навколишнє середовище; переміщення вологи за наявності температурного градієнта з потоком теплоти внаслідок термовологопровідності.



---

---

Закономірності сушіння зерна *такі*:

1) чим більша початкова вологість зерна, тим вища швидкість сушіння в початковий період і тим він коротший. У сирому зерні є механічно зв'язана волога, яка видаляється в першу чергу. Капілярно зв'язана волога міцно зв'язана з крохмальними зернами і ще міцніше – з білками. Тому процес сушіння зерна лімітується переважно сушінням білкового комплексу;

2) під час сушіння зерно нагрівається швидше, ніж випаровується волога. Це й визначило доцільність застосування для сушіння зерна рециркуляційного (з відлежуванням) способу;

3) висушування зерна можливе лише тоді, коли тиск пари всередині зернівки вищий, ніж в навколишньому середовищі, тобто відбувається її випаровування. Коли температура поверхні зерна дорівнює температурі середовища сушильної камери, процес сушіння (випаровування води) припиняється;

4) одночасно з переміщенням вологи рухаються розчинені в ній мінеральні речовини, тому зольність периферійної частини зернівки і зародка збільшується;

5) за вмістом в зерновій масі органічної легкої домішки понад 0,1 % можливе загоряння її в сушарці;

6) якщо зерно перед сушінням зберігалось в анаеробному стані в насипу висотою понад 4 м, то в зернівках накопичується етиловий спирт, який за різкого нагрівання може призвести до загибелі зародків. Тому зерно потрібно попередньо провітрити для видалення спирту;

7) швидкість процесу сушіння залежить від вологоємності повітря; наприклад, 1 м<sup>3</sup> повітря з температурою 20 °С поглинає 17 г води, 30 °С – 31 г, 50 °С – 90 г, 70 °С – 200–250 г, 90 °С – 400 г і більше.

*Контактний (кондуктивний) спосіб сушіння* ґрунтується на контакті висушуваного матеріалу з нагрітою поверхнею і потребує великих витрат теплоти, тому поширений мало (подові сушарки).

За *радіаційного способу сушіння* використовують теплоту енергії сонця чи інфрачервоних променів. Приклад – повітряно-сонячне сушіння, коли волога випаровується тільки через поверхню насипу зернової маси. У південних регіонах України для сушіння невеликих партій зерна цей спосіб використовується й донині.

Ефективність процесу сушіння залежить від товщини шару зерна, частоти його переміщення, інтенсивності сонячної радіації, сили вітру, властивостей майданчика. Останній обладнують так, щоб він мав південний нахил. Шар зерна зернових злакових має бути гребенистим, завтовшки 10–20 см, зернобобових – 10–15, проса – 4–5 см.

За температури насипу 25–30 °С його потрібно переміщувати, оскільки нагрівання його верхнього шару призводить до інтенсивного випаровування вологи, внаслідок чого виникає різниця температур між верхнім нагрітим і нижнім холодним шарами. Тепле повітря вологомістке, однак під час зіткнення з холодним зерном вологоємність його знижується й утворюється конденсаційна волога.

---

---

За додержання всіх вимог та достатньої інсоляції, якщо вологість зерна не перевищувала 17–18 %, вона за один день знижується на 1–3 %. Якщо вологість зерна вища, повітряно-сонячне сушіння малоефективне. За такого сушіння поліпшується схожість зерна, успішніше відбувається післязбиральне дозрівання, зменшується кількість мікрофлори та пошкодженість зерна шкідниками. Обмежене застосування повітряно-сонячного сушіння пояснюється потребою у великих майданчиках для розміщення зерна, залежністю його від метеорологічних факторів, низькою механізацією процесу. Найчастіше повітряно-сонячне сушіння застосовують у насінництві або для доведення до базисних кондицій невеликих партій зерна.

*Молекулярне сушіння* зерна проводять у вакуумних установках. Тут спочатку створюють вакуум, в результаті чого волога від перепаду тиску в зерні та в середовищі виділяється на поверхню і замерзає, а за наступної подачі до зерна теплоти вона швидко випаровується. Так можна сушити овочі, фрукти. Собівартість такого сушіння занадто висока і на практиці його застосовують мало.

#### **2.4.1. Технологія теплового сушіння**

За конвективного сушіння зерно, залежно від типу зерносушарки, перебуває в нерухомому (камерні зерносушарки), малорухомому (шахтні) та падаючому (рециркуляційні) стані.

Зерно в нерухомому стані сушать у жалюзійних, лоткових і стелажних сушарках або за допомогою установок активного вентилявання. Як правило, використовують теплоносій з температурою 35–40 °С за швидкості висушування 0,5–1,5 % вологи за годину, тобто ці сушарки малопродуктивні. Крім того, зерно у них не завжди рівномірно просушується.

*Конвективним* способом сушать зерно й насіння всіх культур, а також малосипучі матеріали – лляний ворох, насінники овочевих культур тощо. Цей спосіб сушіння закладений в роботі основних видів зерносушарок.

#### **2.4.2. Камерні зерносушарки**

Найпростіша двокамерна установка для сушіння складається з припіднятої решітки-основи і тепловентиляційного пристрою, який забезпечує нагрівання і подачу агента сушіння в підрешітний простір. Агент сушіння під тиском проникає крізь решето і проходить потім через зернову масу знизу вгору. Зернова маса є нерухомою в цих сушарках.

Для сушіння кукурудзи використовують камерні сушарки з поздовжнім (коридорного типу) і поперечним (секційно-блочного типу) розміщенням камер. Залежно від потужності камерні сушарки бувають 12- і 24-камерні відповідно на 2500 і 5000 т кукурудзи за сезон.

Сушарка складається з корпусу й топкового відділення, від якого з обох боків підходять до корпусу цегляні канали, по яких надходить гаряче повітря.

---

---

Перед надходженням у розподільні коридори топкові гази змішуються (за допомогою всмоктувально-нагнітального вентилятора) із зовнішнім повітрям, а потім подаються в камери. Технологічний процес сушіння починається із завантаження в сушарку матеріалу (качани кукурудзи шаром 2–3 м, зерно інших культур – 0,6–0,8 м) через верхні завантажувальні вікна.

Камера – це закриті приміщення з люками для завантаження (вгорі) та розвантаження (внизу) і похилим решітчастим днищем, що не допускає втрат зерна в результаті просипання. Днище оббивають металевими решетами з отворами, які менші за розміри зерна, однак решітчасте днище створює менший опір повітрю, що надходить в камеру знизу. Щоб насіння було високоякісним, його краще підсушувати в камерних сушарках, забезпечивши однакову товщину шару. Якщо під час сушіння кукурудзи в качанах повітря подають послідовно з камери в камеру, то за сушіння зерна інших культур – паралельно. Сушіння насіння соняшнику з вологістю від 20 до 9 % теплоносієм з температурою від 45 до 60 °С за висоти насипу 0,5–0,6 та 0,75–0,85 м триває відповідно 15–16 і 3–5 год.

Режими сушіння зерна пшениці та ячменю однакові: за вологості зерна 26 % початкова температура теплоносія 39 °С, шар насипу – 0,8 м, тривалість сушіння – 17 год, а за вологості 16 % – відповідно 55 °С, 0,8 м та 8 год. Для зерна гороху вологістю 26 % та 16 % для сушіння потрібні температура 33 °С, висота насипу 1 м, тривалість сушіння 24–30 год.

Перед початком роботи сушарки торцеві сталі двері коридорів щільно зачиняють. Сушильний агент подають по чергово то згори, то знизу, добиваючись рівномірного висушування шару качанів або зерна висотою відповідно 1,5–2,5 м і 60–70 см. Після сушіння кукурудзи в качанах її залишають у сушарках на деякий час для перерозподілу вологи, потім видаляють через нижні люки та обмолочуючи.

Недолік камерних сушарок – втрати агента сушіння, нерівномірність висушування: вгорі та внизу зерно висушується краще, посередині – гірше.

*Рухомий шар* зерна сушать в шахтних, барабанних чи рециркуляційних сушарках.

#### **2.4.3. Технологічні особливості шахтних зерносушарок**

Шахтна зерносушарка (дод. рис. 2) складається з однієї або двох прямокутних вертикальних камер – шахт, які заповнюють зерном по всій висоті.

Верхня частина шахти – сушильна камера, що складається з однієї або кількох зон сушіння, нижня – камера охолодження. Над шахтами змонтовано бункери, в яких міститься запас зерна.

Для підведення свіжого і відведення відпрацьованого агента сушіння по всій висоті шахти встановлюють металеві короби, призначення яких – рівномірно розподілити агент сушіння по всій зерновій масі. Кожний короб у поперечному розрізі – це відкритий знизу п'ятикутник завширшки 100 мм, зроблений з листової сталі завтовшки 1,5–2 мм. Один кінець короба закритий

---

---

денцем (стілкою), а другий – відкритий. Короби міцно закріплені в стінках шахти рядами, причому в парних рядах кінці коробів із стінками розташовані у бік розподільної камери сушильного агента, а відкритою частиною – в бік виходу відпрацьованого агента. У непарних рядах кінці коробів із стінками встановлено інакше – вони відкриті у бік розподільної камери.

Для того, щоб зерно перемішувалося краще, короби розміщують у шаховій послідовності. Кількість підвідних і відвідних коробів, як правило, однакова. Відстань між коробами для проходження зерна в найвужчому місці не перевищує 90 – 100 мм. Кількість коробів у шахті визначають з урахуванням того, щоб швидкість відпрацьованого агента при виході з відвідних коробів становила в середньому 6 м/с.

Чим вища продуктивність сушарки, тим більшою за висотою і об'ємом має бути шахта. Так, за продуктивності сушарки 2 т/год кількість коробів по вертикалі досягає 55.

Для регулювання температури нагрівання зерна в шахтах насадка випускного механізму зроблена від кожних двох випускних отворів шахт. Сушити зерно можна паралельно, послідовно і методом рециркуляції (при сушінні з високою вологістю). Режими сушіння зерна різних видів в шахтних зерносушарках наведено в табл. 2.12.

*Зерносушарки ДСП* (двоступінчасті) випускають продуктивністю 12, 16, 20, 24, 32 і 50 т/год. На хлібоприймальних пунктах найбільш поширена зерносушарка марки ДСП-32-ОТ.

Зерносушарка – це установка відкритого типу з двоступінчастим режимом сушіння. Вона складається з двох паралельно працюючих шахт заввишки 11570 мм. Кожна шахта складається з семи секцій і по висоті ділиться на три зони: перша – зона сушіння заввишки 495 мм (верхня частина); друга – зона сушіння заввишки 285 мм (середня частина); третя – зона охолодження (нижня частина). Висота секції – 1650 мм. В кожній секції 8 рядів коробів по 16 шт. у кожному.

За висотою шахта має 27 рядів підвідних і 29 рядів відвідних коробів, з яких у першій зоні – 24, у другій – 14 і в камері охолодження – 18.

Технологічна схема роботи зерносушарки ДСП-32-ОТ така. Сире зерно піднімається норією в надсушильний бункер, після чого рівномірно рухається по сушильних шахтах (відповідно в першій і другій зонах сушіння) та шахті охолодження (зоні охолодження). Випуск зерна з шахт проводиться випускним механізмом періодичної дії. Сухе охолоджене зерно із зерносушарки спрямовується за допомогою норії сухого зерна в зерносховище.

Агент сушіння з топки вентиляторів подається в нагнітально-розподільні камери першої і другої зон сушіння.

Атмосферне повітря вентилятор подає в нагнітально-розподільну камеру шахти охолодження. В зерносушарці ДСП-32-ОТ застосовується конвективне сушіння, коли теплота подається до зерна від агента сушіння. При цьому агент сушіння виконує роль як теплоносія, так і вологоносія (волога, яка випаровується із зерна, поглинається агентом сушіння і видаляється в повітря).

Таблиця 2.12

## Режими сушіння зерна в шахтних зерносушарках

Культура	Початкова вологість зерна, %	Пропуск через сушарку	Гранична температура нагрівання зерна, °С	Гранична температура агента сушіння в сушарці, °С, за режиму		
				одноступінчастого	двоступінчастого	
					I зона	II зона
Пшениця продовольчого призначення						
з міцною клейковиною (до 40 од. ВДК)	До 20	Один	45	120	110	130
	> 20	Перший	40	90	80	100
		Другий	45	110	100	120
з доброю клейковиною (від 45 до 70 од. ВДК)	До 20	Один	50	140	130	150
	> 20	Перший	45	110	100	120
		Другий	50	130	120	140
із слабкою клейковиною (понад 80 од. ВДК)	До 20	Один	60	150	140	160
	> 20	Перший	55	120	110	130
		Другий	60	140	130	150
Пшениця сильна, тверда та цінних сортів	До 20	Один	50	100	100	110
	> 20	Перший	45	90	90	100
		Другий	50	100	100	110
Ячмінь для пивоваріння	До 19	Один	45	70	70	80
Жито продовольче	Незалежно від початкової вологості	«	60	150	130	160
Насіння соняшнику	До 15	«	55	120	120	135
	15 – 20	«	55	115	115	130
	> 20	Перший	55	110	110	125
		Другий	55	115	115	130

Зерно в зерносушарці ДСП-32-ОТ підсушується сумішшю опалювальних газів з повітрям, яка подається вентиляторами відповідно по зонах сушіння. Паливо подається в топку через форсунку, в якій утворюється суміш палива і повітря.

Для автоматизації процесів горіння, захисту та аварійної сигналізації на пульті керування є спеціальне обладнання, яке забезпечує запуск зерносушарки, підтримання заданих температур агента сушіння, постійний тиск палива перед форсункою та відновлення факела.

---

---

*Сушарка СЗШ* є складовою частиною зерночисно-сушильних комплексів КЗС-20, КЗС-40. У нових комплексах КЗС-25Ш використовують модернізовану сушарку СЗШ-16А.

Зерно від машини первинного очищення комплексу надходить до норій і піднімається в надсушильні бункери, самопливом заповнюючи шахти сушарки. Норму подавання зерна в шахти регулюють спеціальною заслінкою в приймальній норії.

Агент сушіння подається від топки по трубопроводу в напірну камеру між шахтами, а потім через вікна і канали підвідних коробів у зернову масу.

Зерно в шахті переміщується самопливом згори донизу. Тривалість перебування зерна в шахті регулюється випускним пристроєм. Висушене зерно надходить через розвантажувальне обладнання в підсушувальний бункер, а потім самопливом у ковші норій, які піднімають його і подають у колонки для охолодження. Зерно охолоджують активним вентиляванням атмосферним повітрям.

За вологості зерна вище 26 % висушити його за один пропуск, навіть за послідовного пропускання через дві шахти, неможливо. Можна досушити його в сушарках камерного типу або бункерах активного вентилявання.

#### ***2.4.4. Технологічні особливості барабанних зерносушарок***

Зерносушарку стаціонарну барабанну СЗСБ-8 використовують для сушіння зерна різних зернових і олійних культур будь-якого ступеня вологості та засміченості навіть без попереднього очищення. Встановлюють її на масложирових підприємствах для сушіння насіння соняшнику та на токах для сушіння зерна різних культур.

Зерносушарка СЗСБ-8 (рис. 12) складається з топки 1, камери завантаження 2, колонки охолодження 4, розвантажувальної та завантажувальної норій, вентиляторів колонки охолодження та сушильного барабана 3, приводного механізму.

По перерізу барабан розділений на шість секторів, у кожному з яких закріплено полицки, що захоплюють зерно під час обертання барабана. Рівномірну подачу зерна в барабан забезпечує завантажувальна камера. Пересувається зерно вздовж барабана в момент його пересипання під дією гвинтоподібно розміщених лопатей та підпору і потоку агента сушіння. З розвантажувальної камери зерно подається в шлюзову заслінку, звідки надходить в охолоджувальну колонку. Тривалість перебування зерна в контакті з агентом сушіння в барабанних сушарках регулювати важче, оскільки температура нагрівання агента сушіння в них 90–130 °С для насіння і понад 180 °С для продовольчого та фуражного зерна. Недоліком конструкції сушарок цього типу є те, що зерно, яке надходить в сушарку, контактує з досить нагрітим агентом сушіння. Барабанні сушарки не можна використовувати для сушіння насіння бобових, рису, кукурудзи, тому що воно травмується – розтріскується.

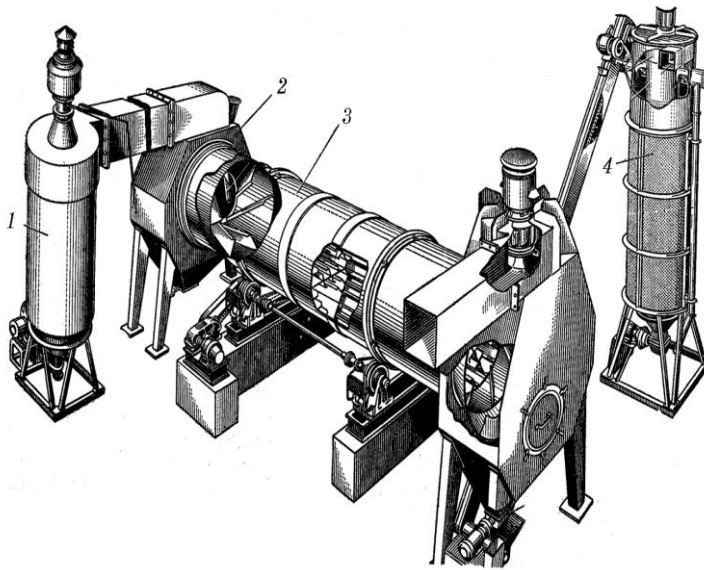


Рис. 12. Загальний вигляд зерносушарки СЗСБ-8

Режим сушіння продовольчого, фуражного і насінного зерна, а також насіння в барабанних сушарках наведено в табл. 2.13.

Таблиця 2.13

**Режим сушіння зерна на сушарці СЗСБ-8**  
(температура агента сушіння 200 °С)

Культура	Початкова вологість зерна, %	Максимальна температура нагрівання, °С	Культура	Початкова вологість зерна, %	Максимальна температура нагрівання, °С
<i>Продовольче і фуражне зерно</i>			<i>Насінне зерно</i>		
Пшениця	До 18	55	Пшениця	До 18	48
	18 – 22	52	Жито	До 21	48
	Понад 22	50	Ячмінь	До 27	45
Жито	До 18	65	Овес	Понад 27	42
Ячмінь	18 – 22	62	Гречка	До 18	40
	Понад 22	60		Просо	До 21
Овес	До 18	60			До 27
	18 – 22	55	Понад 27		34
	Понад 22	52	Горох, вика	До 18	45
Просо	До 18	48	Сочевиця	До 21	45
	18 – 22	40	Квасоля	До 27	43
	Понад 22	38			
Гречка	До 18	50	<i>Насіння олійних культур</i>		
	18 – 22	48	Соняшник		55
	Понад 22	45	Ріпак		45

---

---

#### *2.4.5. Можливості використання рециркуляційних зерносушарок*

За рециркуляційного сушіння зерна чергують короткочасне нагрівання суміші зерна з наступним охолодженням та рециркуляцією великої частини просушеного зерна. Зерно за короткочасного (2–3 с) перебування в камері нагрівання за температури агента сушіння 250–380 °С нагрівається до 50–60 °С.

Зерносушарки з рециркуляцією, які нині найбільше поширені на хлібоприймальних підприємствах, за конструкцією та способом нагрівання зерна поділяють на рециркуляційні з камерами нагрівання і шахтні рециркуляційні без камер нагрівання.

Технологічна схема роботи газової рециркуляційної зерносушарки “Цілинна-50” продуктивністю 50 т/год така: вологе зерно надходить в оперативний бункер, де завжди повинен бути запас зерна, щоб запобігти перервам у роботі сушарки. З оперативного бункера зерно спрямовується на норію № 1 продуктивністю 350 т/год, піднімається вгору і надходить у бункер камери нагрівання, в якій встановлено в шаховому порядку 20 горизонтальних рядів стержнів. Розміщення стержнів сприяє рівномірному розподілу зерна по об’єму камери та інтенсивному його перемішуванню.

Зерно в камеру нагрівання рівномірно надходить з бункера із завантажувальним пристроєм і падає у вигляді дощу в потоці агента сушіння з високою початковою температурою (250–380 °С). При цьому за дуже короткий час (2–3 с) воно нагрівається до 55–60 °С. Із камери нагрівання гаряче зерно потрапляє в бункер тепло- і вологообмінника, де змішують певну кількість сирого зерна з великою кількістю сухого під час його перебування протягом 10–12 хв відбуваються вирівнювання температури і частковий перерозподіл вологи між окремими зернами.

Завдяки такому способу рециркуляції зерно піддається багаторазовому повторному нагріванню, внаслідок чого відбувається вирівнювання його температури та вологості.

Досвід експлуатації газово-рециркуляційних зерносушарок показав, що в них можна одночасно сушити до заданих норм без попереднього очищення кілька партій зерна різної вологості (від 17 до 25 – 30 %) із збереженням його насінних якостей.

**Контроль роботи сушарок.** Важливим фактором забезпечення високоефективної роботи зерносушарок є контроль за дотриманням режимів сушіння, якістю та кількістю висушеного зерна. Режими сушіння зерна насінного призначення передбачають сушіння насіння пшениці, жита, ячменю, вівса, соняшнику, гречки і проса з початковою вологістю до 19 % і максимальним нагріванням їх до 40 °С за температури агента сушіння до 70 °С. Для сушіння насіння гороху, вики, квасолі, люпину та рису гранична температура нагрівання має бути нижчою – для зерна до 35 °С, а для агента сушіння – до 60 °С. Якщо на сушіння надходить насіння вологістю вище 19 %, його потрібно сушити ступінчастим способом, знижуючи температуру



---

---

агента сушіння в першій зоні сушіння нижче граничної на  $10^{\circ}\text{C}$ , а допустиме нагрівання насіння – на  $5^{\circ}\text{C}$ .

Зерно, призначене для переробки на солод, у спиртовому виробництві, сушать, як насінне, із збереженням здатності до проростання.

Залежно від подальшого призначення зерно пшениці висушують до такої вологості: для негайної переробки – до 15,5–14,5 %; для зберігання 14–15; для тривалого зберігання – 13–14; для кукурудзи – відповідно 14–16, 13–14, 12–13 %. Вологість зерна вівса і проса, які відвантажують на круп'яні заводи, що не мають сушарок, повинна бути не вище 13,5 % і не нижче 12,5 %, а гречки – не вище 14,5 % і не нижче 13, 5 %.

При сушінні зерна, призначеного для виробництва крупи, в шахтних сушарках зниження вологості за один пропуск рису і сої не повинно перевищувати 3 %; проса і гречки – 2–3; гороху і ячменю – 3,5–4; кукурудзи – 4,5–5,5, а за сушіння інших культур – 6 %. Якщо за один пропуск неможливо висушити зерно до заданої вологості, для його сушіння потрібно зробити кілька пропусків.

#### **2.4.6. Особливості післязбиральної доробки та сушіння зерна окремих культур**

*Зерно гречки* добре піддається сушінню завдяки великій шпаруватості. Через нерівномірність дозрівання, велику засміченість зернова маса гречки швидко зігрівається. Тому після збирання її зберігати без очищення не можна. Хоч після очищення значна частина недозрілих зерен гречки і видаляється, але багато сирого зерна та важковідділюваних домішок, також сирих, ще залишається. Отже, як очищення, так і сушіння зерна гречки потрібно проводити негайно.

Найкраще сушити зерно гречки за м'яких режимів на шахтних сушарках.

*Зерно жита* має товсту оболонку, що сповільнює випаровування з нього вологи. Висока термостійкість зерна жита дає змогу нагрівати його до  $60^{\circ}\text{C}$ .

*Зерно вівса* завдяки великій шпаруватості добре сушиться, але через небезпеку самозагоряння насінних та плодкових плівок його не можна нагрівати до температура вище  $50^{\circ}\text{C}$ .

*Зерно проса* має щільну оболонку й понижену шпаруватість. Між оболонкою і ядром є повітряний проміжок, який перешкоджає теплопередачі, внаслідок чого теплота концентрується на оболонках проса, що призводить до їх розтріскування. Тому під час сушіння зерна проса температура його нагрівання повинна бути до  $40^{\circ}\text{C}$ .

*Зерно рису* має понижену вологовіддачу через наявність під плодовими плівками повітряного проміжку. Крім того, низький вміст білків у ньому викликає велику тріщинуватість, яка виявляється ще при дозріванні зерна в полі, що вимагає м'яких режимів сушіння. Температурний режим повинен бути диференційованим залежно від початкової вологості зерна: за вологості

---

---

18 % сушать за один пропуск за температури теплоносія 65–70 °С та нагріванні зерна не вище 40 °С; за вологості близько 20 % застосовують двоступінчастий режим (на першому ступені температура теплоносія 60 °С, на другому – 70 °С), допускаючи нагрівання зерна відповідно до температури 35 і 40 °С. Продуктивність сушарок за висушування зерна рису є низькою.

На практиці майже завжди застосовують кількогодинне відлежування (2–3 год) зерна між першим і другим ступенями висушування. Тривалість відлежування залежить від кількості вологи, що випаровується під час сушіння за один раз: 3 % – не менше 4 год, 2 % – не менше 3 год, 1 % – до 2 год.

Зауважимо, що в зерні сухого рису вологість зародка на 2–3 % нижча, а вологого – навпаки. Тому, щоб не допустити швидкого самозігрівання внаслідок високого рівня інтенсивності дихання, зерно рису потрібно доводити до стану сухого.

*Зерно бобових* порівняно із зерном інших культур містить більше білка, воно більше за розміром, сухе, щільне, має структурно відособлені оболонки, а тому й меншу поверхню випаровування, що знижує їх вологовіддачу. Вся теплота витрачається переважно на нагрівання насіння, а не на випаровування вологи. Під час сушіння поверхня зерна швидко зневоднюється, а центральна частина зернівки залишається вологою. Тому за застосування інтенсивних режимів сушіння розтріскуються насінні оболонки.

Для сушіння зерна бобових використовують лише шахтні сушарки. Допускається видалення за один пропуск 3–4 % вологи, а для крупнонасінних (квасоля, боби) – 2 %. Бобові обов'язково сушать з відлежуванням.

Ефективним є сушіння бобових активним вентиляванням (повітря підігрівається до 30 °С за питомої подачі 400–600 м<sup>3</sup>/т/год).

*Насіння олійних культур* завдяки щільній оболонці витримує високі температури під час нагрівання. Використовують для його сушіння шахтні сушарки, застосовуючи приблизно такі самі режими, як і для зернових. Насіння з високою вологістю сушать за кілька пропусків з проміжним (6–7 год) відлежуванням, під час якого підсохла оболонка поглинає вологу ядра, а за чергового пропуску легко видаляється (у насіння соняшнику, оскільки високі температури призводять до розтріскування оболонок).

*Насіння соняшнику* має високу шпаруватість (60–80 %), що пов'язано з малим опором, який воно чинить під час вентилявання чи сушіння. Тому ворох соняшнику сохне швидше, ніж інших сільськогосподарських культур.

Для запобігання самозігріванню насіння соняшнику слід сушити до критичної вологості:

$$B_k = \frac{B_r/100 - O_\phi}{100},$$

де  $B_r$  – вологість гідрофільної частини насіння;  $O_\phi$  – фактична олійність насіння, %.

---

---

Якщо критична вологість гідрофільної частини насіння (білка й крохмалю) 15 %, а олійність 55 %, то критична вологість насіння соняшнику становить 6,75 %.

За збільшення олійності зростає гідрофобність насіння і зменшується вміст білка, крохмалю та гідрофільних колоїдів. Отже, щоб насіння соняшнику не псувалося, вміст вологи в ньому має бути мінімальним.

Оболонки *насіння соняшнику* високогігроскопічні, маса їх становить понад 10 % маси насінини. Цю властивість його використовують за визначення раціональних способів сушіння – чергування – сушіння – охолодження та відволожування.

Рівноважна вологість компонентів насінини неоднакова – більша в оболонки і менша в ядра.

У практиці обробки та зберігання насіння соняшнику вважається сухим, якщо вологість його становить до 7 %, середньої сухості – 7–8 %, вологим – 8–9 %, сирим – понад 9 %.

Незадовільні міцність плодової оболонки, теплопровідність та термолабільність білкової і жирової частин насінин соняшнику, їх підвищену пожежну небезпеку потрібно враховувати, вибираючи способи і конструкцію сушарок для їх сушіння. Крім того, під час післязбиральної доробки насіння існує небезпека підвищення кислотного та йодного числа, зміни харчових властивостей олії.

Кращою для сушіння насіння соняшнику є швидка подача повітря з високою температурою, ніж тривала з низькою. Щоб випарувати 1 кг води, потрібно затратити близько 2,7 МДж теплоти, а для випаровування такої самої кількості води в насінні соняшнику – понад 6 МДж у шахтних та близько 4 МДж у рециркуляційних сушарках. Сушіння потрібно проводити швидко з мінімальними затратами теплоти та електроенергії.

На випаровування вологи впливають переважно два фактори – волого- і термовологопровідність. За випаровування вологи поверхневі шари насіння підсушуються, тобто створюється градієнт вмісту вологи, коли всередині його вологи більше, ніж на поверхні. Це призводить до переміщення вологи до поверхневих шарів насіння, і сушіння відбувається тим інтенсивніше, чим вища температура нагрівання.

До 90 % маси насіння соняшнику сушать у шахтних сушарках, хоч за їх використання спостерігається нерівномірність нагрівання (до 20 °С) насіння, а за підвищеної його засміченості можливе загоряння. Крім того, під час завантаження в шахту неочищеного вороху відбувається самосортування насіння, за якого легші компоненти розміщуються біля стінок сушарки і зменшується швидкість руху матеріалу в пристінній зоні. Тому шахтні сушарки вдосконалили: короби замінили напівкоробами, в результаті відстань від бокової стінки до коробів збільшилася з 4–6 до 10–11,5 см. Завантажувальний пристрій для уникнення самосортування переобладнали: замість одного струменя ворох сиплеться 4–6 струменями.

Нині для сушіння насіння соняшнику з вологістю до 15 % ефективною є висока температура нагрівання насіння (75 °С), завдяки подачі теплоносія з температурою 160–180 °С в обидві зони сушильної камери. За вологості

---

---

насіння понад 15 % температура нагрівання його становить 65–70 °С, а температура теплоносія в першій і другій зонах сушильної камери – відповідно 160 і 140 °С. Щоб інтенсифікувати процеси сушіння насіння соняшнику, встановлюють додатковий бункер, що дає змогу попередньо нагрівати насіння за допомогою різних підігрівачів, в яких воно перебуває 10–12 с. Поєднання попереднього підігрівання насіння з рециркуляційним сушінням забезпечує більшу економічність цього процесу. Режими попереднього підігрівання насіння такі: з вологістю до 14% – температура повітря 140 °С; з вологістю понад 14 % – 180–140 °С. За один пропуск можна знизити вологість насіння більш як на 10 %. Витрата теплоносія на одну погонну тону насіння соняшнику становить 2163 м<sup>3</sup>/год. Такий спосіб сушіння насіння соняшнику найефективніший (інтенсивність висушування набагато вища, ніж зернових). Для сушіння найчастіше використовують рециркуляційні сушарки “Цілинна-50” або “Цілинна-20”.

Особливість сушіння насіння соняшнику в барабанних сушарках полягає в тому, що чим вища вологість насіння, тим вища температура нагрівання. Недолік – часткове самообвалення насіння. Тому барабанні сушарки переобладнують так, щоб насіння в них перебувало протягом 14 хв (удвічі менше), температура теплоносія на вході становила 250–350, на виході – 50–80 °С, а температура нагрівання насіння не перевищувала 50 °С.

Для сушіння насіння соняшнику сконструйовано барабанні сушарки з двома барабанами – зовнішнім і внутрішнім (з діаметрами відповідно 175 і 100 см). Внутрішній барабан має 8 лопатей, які переміщують насіння до торця барабана, після чого насіння потрапляє у зовнішній барабан і рухається у зворотному напрямку. Теплоносій подається у внутрішній барабан і виходить із зовнішнього. Максимальна температура нагрівання насіння 55 °С, температура теплоносія на вході 250–350, на виході 50–60 °С. Охолоджується насіння в охолоджувальних колонках.

У результаті подальшого вдосконалення сушіння на барабанних сушарках було збільшено нахил у бік завантаження до 3°. В технологічну схему ввели (як і на шахтних сушарках) додаткові бункери – для нагромадження та для відволожування насіння, укомплектували чотирма барабанами, після чого продуктивність сушарки збільшилася удвічі. Так, за один пропуск вологість насіння знижується на 7–8 %.

Деякі комплекси також вдосконалили. Наприклад, у барабанних сушарках встановили насадку по всій довжині барабана, через яку подається теплоносій. Теплоносій є повітря, підігріте в багатосекційному електрокалорифері. В барабанних сушарках можна регулювати також тривалість перебування насіння в сушарці, змінюючи частоту обертів барабана та кут нахилу його. Такі сушарки використовують тоді, коли кількість насіння соняшнику невелика.

Для сушіння соняшнику насінного призначення використовують камерні сушарки (4- або 12-камерні). Залежно від вологості насіння висота насипу коливається від 50 до 70 см. Напрямо подачі теплоносія змінюють через кожні 4–6 год. Температура теплоносія 43–45 °С за вологості насіння

---

---

вище 20 % або 46–50 °С за вологості 14–20 % та 50–55 °С за вологості менше 14 %. Питома подача повітря становить 500–700 м<sup>3</sup>/т за годину. Насіння вологістю 19–20 % за такого режиму потрібно сушити протягом близько 60 год. Тому для запобігання можливому псуванню насіння за цей час у камерних сушарках його сушать з вологістю не вище 13–14 %.

Невеликі партії насіння соняшнику можна сушити у вентиляльованих бункерах, обладнаних калориферами, з питомою подачею повітря близько 500 м<sup>3</sup>/т за годину. Для уникнення нерівномірності висушування насіння його періодично пересипають з бункера в бункер.

За вологості насіння не вище 13 % для його сушіння використовують усі типи установок активного вентиляювання. В типових сховищах місткістю 3200 т найчастіше використовують вентилятори СВУ-1Б. Вони складаються з 10 здвоєних магістральних каналів, які розміщені впоперек поздовжньої осі сховища. Канали вкривають щитами. Канали мають довжину 19 м, ширину 0,4 м, глибину 0,5 м на початку та 0,07 м в кінці. Відстань між каналами 2,3–2,9 м. Повітря подають вентиляторами ТВУ-2, під час вентиляювання питома подача його має бути максимальною. Насіння вологістю близько 13 % насипають висотою не більше 1,7 м, а питома подача повітря становить не менше 300 м<sup>3</sup>/т за годину. За вологості насіння, меншій як 9–10 %, висоту засипання збільшують до 2,5–2,7 м.

*Насіння конопель* сушать у спеціальних сушарках, використовуючи також стелажні чи шахтні сушарки, роблячи кілька пропусків та нагріваючи насіння на першому ступені до температури не вище 30–32 °С, а на останньому – не вище 35 °С.

*Насіння дрібнонасінних олійних культур* (льону, ріжю, гірчиці) через низьку шпаруватість сушать за низької витрати агента сушіння. Часто його сушать у суміші з насінням вівса, ячменю у співвідношенні 1:3 за температури теплоносія 60–70 °С і нагріванні насіння до температури до 40–45 °С.

Чисте насіння багаторічних трав під час сушіння в шахтних сушарках часто злипається, утворюючи затори між коробами, тому його сушать, змішуючи із зерном ячменю або вівса. Крім того, насіння багаторічних трав дуже дрібне й сипке, через те сушарки мають бути добре ущільнені.

Насіння багаторічних трав добре сушиться в барабанних сушарках, де його температура може досягати 40–45 °С. Для дуже вологого насіння ця температура досить висока, тому на практиці потрібного режиму дотримуються регулюванням подачі палива.

Для сушіння насіння *тимофіївки* в барабанній сушарці температуру потрібно обмежувати до 100 °С. Якщо вологість насіння не перевищує 25 %, його нагрівають до температури не вище 35 °С.

*Ворох конюшини* буває дуже засміченим. Тому його потрібно спочатку просушити на стрічкових або карусельних сушарках чи на майданчиках із застосуванням активного вентиляювання, потім очистити і досушити.

Головною особливістю сушіння *зерна кукурудзи* є його низька вологовіддача порівняно із зерном інших зернових культур. Інтенсивність вологообміну зерна різних сортів кукурудзи неоднакова, оскільки залежить

від розмірів зернин, їх форми, фізичної будови, хімічного складу. Питома поверхня випаровування зерна кукурудзи вдвічі менша, ніж зерна пшениці. Щільна оболонка зерна кукурудзи утруднює процес випаровування. Волога, проникаючи в зерно переважно через зародок, нерівномірно розподіляється по всіх частинах зернівки. Тому під час сушіння виникають неоднакові внутрішні напруження, які призводять до різної усадки тканин і утворення в ендоспермі внутрішніх тріщин, які не порушують цілісності оболонок. Стрижні качанів кукурудзи завжди вологіші, ніж зерно, але під час сушіння інтенсивніше випаровують вологу, ніж зерно.

*Качани кукурудзи сушать, як правило, у нерухомому шарі. Насип качанів, очищених від обгорток, має хорошу шпаруватість, що полегшує циркуляцію повітря, яке подається під тиском чи завдяки припливно-витяжній природній вентиляції – протягів. Тому є багато способів сушіння насінної кукурудзи в качанах: у камерних сушарках заводського типу; в засіках; на майданчиках; під навісами; активним вентиляванням; в сапетках.*

Після висушування качанів у камерних сушарках їх на деякий час залишають у камері, де відбуваються перерозподіл вологи та вирівнювання вологості всієї маси, оскільки негайне охолодження викликає утворення тріщин в зернах. Висота насипу кукурудзи має бути такою, щоб ефективність використання повітря була максимальною і не було непродувних зон.

Таблиця 2.14

**Параметри сушіння в камерних сушарках кукурудзи в качанах з різною вихідною вологістю**

Вологість, %	Температура теплоносія, °С	Максимальна висота завантаження, м	Тривалість сушіння, год (вологість качанів 12–13 %)
> 40	36	2	80
35 – 40	38	2,5	70
30 – 35	40	2	60
25 – 30	42	> 3,5	55
20 – 25	44	3,5	50
< 20	46	> 3,5	45

*Контроль роботи сушарок.* Зерно продовольчої кукурудзи сушать за більш жорстких режимів, для чого використовують шахтні сушарки типу ДСП-32, тобто такі, де можна підтримати певний режим: нагрівання зерна не вище 50 °С, температура теплоносія не вище 130 °С і 110 °С під час сушіння кукурудзи відповідно для переробки та зберігання. Для насіння кукурудзи вологістю вище 22 % застосовують двоступінчастий режим сушіння (табл. 2.15).

**Перевідний коефіцієнт за сушіння зерна різних культур**

Зерно культур	Перевідний коефіцієнт $K_p$
Пшениці, вівса, ячменю, соняшнику	1,0
Жита	1,1
Гречки	1,2
Проса	0,8
Кукурудзи	0,6
Гороху, вики, рису	0,3 – 0,4
Бобів, квасолі, люпину	0,1 – 0,2

За сушіння зерна і насіння пропускну здатність сушарок визначають за допомогою перевідного коефіцієнта  $K_p$ , який характеризує здатність зерна віддавати вологу з урахуванням рекомендованих температур агента сушіння та видалення вологи за один пропуск.

Найважливішими параметрами процесу сушіння є температура агента сушіння та нагрівання зерна. Відхилення в температурі агента сушіння від заданих норм не повинно перевищувати  $\pm 3$  °С, а в температурі нагрівання зерна  $\pm 2$  °С.

Температуру агента сушіння вимірюють у нагнітальній камері перед вхідними отворами підвідних коробів. Вимірювання проводять через кожні 30 хв за допомогою встановлених на сушарці електротермометрів, покази яких записують у журналі оператора через кожні 2 год.

Температуру зерна визначити складніше, ніж температуру агента сушіння. В перші години роботи сушарки температуру насіння перевіряють через кожні 10–15 хв, відбираючи проби зерна при виході його з камери нагрівання. Регулюють температуру відкриванням дверець впуску повітря або піддувальних дверець. Після встановлення режиму сушіння температуру зерна вимірюють не рідше, як через кожні дві години.

У сучасних шахтних сушарках температуру нагрівання зерна контролюють за допомогою датчиків дистанційних термометрів, які встановлюють у підсушувальному бункері. Однак такий контроль дає тільки орієнтовні результати.

Після охолоджувальної колонки перевіряють також температуру зерна (вона може бути на 8–10 °С вищою за температуру навколишнього середовища), а також якість зерна за такими органолептичними показниками, як колір, блиск, наявність сторонніх запахів. За порушення режимів сушіння зерно може запаритись, окремі зернівки можуть підгоріти, обвуглитись, потемніти, містити сажу й мати запах диму.

Продуктивність сушарок визначається різними показниками: масою сирого зерна, що надходить у сушарку; кількістю випаровуваної вологи в кілограмах за годину; тонно-процентах зниження вологості та ін.

Масу зерна і продуктивність сушарок виражають у натуральному (умовному) обчисленні – планових одиницях. Планова одиниця сушіння (планова тонна) – це зниження вологості однією тонною продовольчого зерна пшениці на 6 % (з 20 до 14 % вологості). План сушіння, виробіток сушарок під час оцінки ефективності їх роботи, оплату за роботу слід розраховувати, виходячи з планових одиниць.

---

---

## 2.5. Вентилювання зернових мас

За інтенсивністю та характером руху повітря в насипу розрізняють вентилявання пасивне й активне, безперервне й переривчасте.

*Пасивне вентилявання, або провітрювання, зерна характеризується малим повітрообміном. Повітря в насипу переміщується переважно через його різну щільність, різницю температур, виникнення або посилення протягів через відкриті двері сховища. Таке вентилявання малоефективне і не забезпечує збереженості зерна.*

*Активне вентилявання зернової маси полягає у примусовому її продуванні атмосферним повітрям. Його проводять для збереження якості сирого і вологого зерна, запобігання розвитку плісені та шкідників хлібних запасів. В окремих випадках його застосовують для прискорення процесу післязбирального дозрівання, вирівнювання температури і вологості зернової маси. Під впливом активного вентилявання змінюється повітря в міжзернових проміжках насипу.*

*Активне, або примусове, вентилявання зерна характеризується інтенсивним повітрообміном у насипу. Його проводять за допомогою установок, обладнаних вентиляторами. Буває безперервним і переривчастим. За переривчастого вентилявання період активного продування насипу чергується з періодом зберігання зерна без продування. Це вентилявання є технологічно перспективним для економії електроенергії та витрат на обробку зерна.*

Активне вентилявання зерна використовують з профілактичною метою або для охолодження насипів, їх проморожування, сушіння, дегазації, ліквідації самозігрівання, прогрівання насіння перед сівбою тощо. Режими його залежать від подачі повітря, його температури і вологості, тривалості продування, висоти (товщини) зернового шару.

*Профілактичне вентилявання застосовують для збагачення киснем повітря міжзернового простору, вирівнювання температури і вологості в зерновому насипі, ліквідації комірного запаху, зберігання життєздатності насіння, запобігання виникненню осередків самозігрівання та ін. При цьому питома подача повітря невелика – 30–50 м<sup>3</sup>/т за годину. Його здійснюють періодично, враховуючи температуру і вологість навколишнього середовища і температуру та вологість зерна. Профілактичну обробку сухого зерна і зерна середньої сухості проводять після 1–3 міс. зберігання.*

*Вентилювання для охолодження зерна. За зниження температури зерна від плюс 10 °С і нижче у ньому значно гальмуються всі фізіологічні та мікробіологічні процеси. Насипи з такою температурою вважають охолодженими і такими, що мають підвищену стійкість при зберіганні. Спочатку зернову масу охолоджують, використовуючи нічні пониження температури повітря, потім проводять більш глибоке повторне охолодження. Для охолодження сухого зерна і зерна середньої сухості питома подача повітря має становити 50–80 м<sup>3</sup>/т за годину. Загальні його витрати залежать від стану зернової маси. Як правило, для доведення зернової маси до встановлених норм витрачається 1800–2000 м<sup>3</sup> повітря на 1 т зерна.*



---

---

*Вентилювання для проморожування зерна.* Температуру зерна знижують до мінусових значень. Зерно після цього перебуває в анабіозному стані, тобто воно має досить низький рівень життєдіяльності. Процеси обміну речовин і дихання в проморожених насипах знижуються до мінімуму, внаслідок чого сапрофітні мікроорганізми не розмножуються і частково гинуть.

Дозріле сухе насіння, проморожене до температури мінус 25 °С, повністю зберігає свої властивості і не втрачає здатності до проростання. Тривалий вплив такої температури не погіршує технологічних властивостей зерна з підвищеною вологістю, яке призначене для продовольчих та інших цілей.

*Вентилювання для сушіння зерна і насіння* проводять у камерних сушарках заводів, у сховищах, обладнаних відповідними установками. Так, для уникнення травмування насіння сирі кукурудзи перед обмолочуванням качанів їх спочатку сушать, вентилюючи в насипу, а потім обмолочують. Щоб не допустити або звести до мінімуму травмування насіння бобових, соняшнику та деяких інших культур, його також висушують у насипу вентилюванням.

Зерно під впливом теплого атмосферного або трохи підігрітого повітря сохне повільно, оскільки температура повітря становить 15–25 °С і питома подача його порівняно невелика (до 200 м<sup>3</sup>/т за годину). Тому для прискорення сушіння і скорочення його тривалості повітря нагрівають до 35–50 °С і збільшують питому подачу до 500–600 м<sup>3</sup>/т за годину.

*Вентилювання насінного зерна.* Для прискорення післязбирального дозрівання і підвищення енергії проростання та схожості свіжозібране незріле насіння вентилюють. Крім того, у процесі тривалого зберігання насіння періодично вентилюють для збереження його життєздатності. Часто для забезпечення тривалого зберігання насіння охолоджують або проморожують, а після зимового зберігання перед сівбою його прогрівають, вентилюючи підігрітим або теплим весняним повітрям.

Як уже зазначалося, під час зберігання насіння дихає, виділяючи теплоту, вологу і вуглекислий газ. Як живий організм воно гине в безкисневому середовищі. Активне вентилювання насипу освіжає повітря міжзернових просторів, збагачує його на кисень, зберігає життєздатність насіння.

*Вентилювання для ліквідації самозгрівання,* особливо гніздового, проводять переносними установками, не чіпаючи всієї маси зерна засіка (сховища), застосовують по можливості якнайхолодніше повітря для швидкого охолодження зерна. Його проводять у будь-який час доби незалежно від погодних умов. Витрати повітря – 200 м<sup>3</sup>/т за годину і більше. Закінчують вентилювання за повної ліквідації осередку самозгрівання. Для подальшого підвищення стійкості під час зберігання зерно сушать і надалі контролюють його стан.

*Вентилювання для дегазації* зазвичай проводять у теплі весняні дні, якщо використовують насіння для посіву, чи в інший період (для продовольчого чи фуражного зерна). Для цього немає потреби перемішувати зерно. Тривалість такого способу вентилювання залежить від повноти дегазації, яку контролюють за кількістю залишку фуміганту в зерні.

### 2.5.1. Типи установок для активного вентилявання зерна

Для активного вентилявання зерна використовують вентиляційне обладнання різних конструкцій. Кожна установка складається з одного або кількох вентиляторів з електродвигунами, системи підвідних і розподільних повітропроводів та каналів. Використовують установки: 1) стаціонарні із влаштуванням постійних каналів у підлозі складу або майданчика; 2) підлогові переносні, що мають систему переносних повітророзподільних решіток, які кладуть у певному місці на підлогу складу чи майданчика; 3) трубні пересувні; бункери і силоси, що мають свої вентилятори.

Найпоширенішими серед *стаціонарних вентиляційних установок* є СВУ-1 і СВУ-2. Установка СВУ-2 складається з магістральних каналів, накритих дерев'яними щитами, змонтованих в підлозі типового зернового складу. Магістральні канали по всій довжині мають ширину 40 см, а глибина їх для забезпечення рівномірного розподілу повітряного потоку від вентилятора поступово зменшується від 50 до 7 см. Відстань між осями сусідніх каналів – 3,1–3,2 м. Кожні два канали з одного боку попарно з'єднані та приєднані до вентиляторів. Кожна пара поєднаних каналів називається *секцією*.

Стінки каналів викладені цеглою або зроблені з бетону. У верхній частині каналів по боках влаштовано виступи, на які кладуть щити. Між боковими кінцями щитів і вертикальними стінами каналів утворюються щілини завширшки 4,5 см, крізь які повітря, що подається вентиляторами в магістральні канали, надходить у зернову масу, пронизує її і вентилює зерно.

*Підлогові переносні установки* використовують для активного вентилявання зерна на складах, під навісами або на відкритих токах. Ці установки можна швидко змонтувати в будь-якому місці, пристосувати для роботи у приміщеннях і на майданчиках будь-якої конфігурації та розмірів. Вони обладнані вентиляторами різної продуктивності. Основним конструкційним елементом установок є повітророзподільний канал (рис.13).

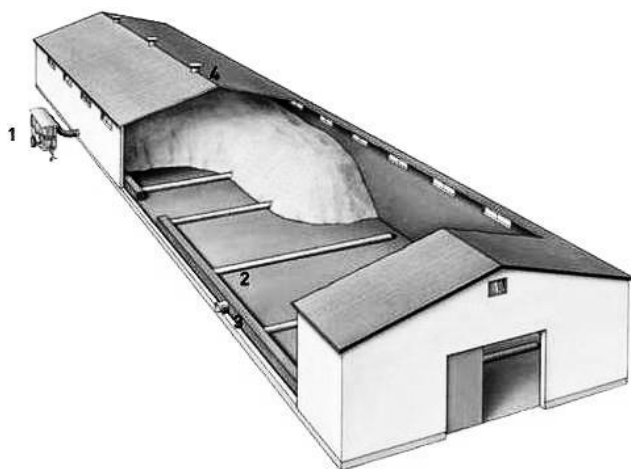
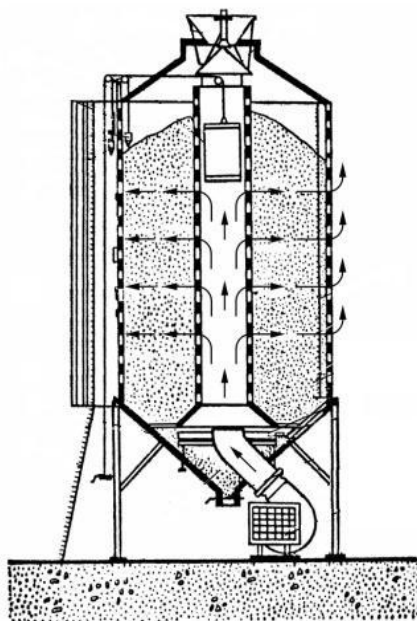


Рис. 13. Загальний вигляд зерносховища з підлогово-переносною установкою “GRANIFRIGOR” для активного вентилявання зерна

Однією з установок цього типу є підлогова переносна установка "GRANIFRIGOR". Кожна її типова секція складається з вентиляційної установки GRANIFRIGOR (1), дифузора, збірних труб (3), що утворюють магістральний повітропідвідний канал, та перфорованих труб (2), з яких викладають повітророзподільні канали, кількістю, за якої відстань між ними не повинна перевищувати висоту насипу. За такою схемою працюють вентиляційні установки з іншою конструкцією повітророзподільних механізмів. Сховище обладнується повітровідвідними системами (4).

*Бункерні установки.* Бункер активного вентилявання БВ-25 призначений для активного вентилявання насіння зернових культур і є стаціонарною установкою циліндричної форми ( $\varnothing$  3080 мм) з конусоподібним дном (рис. 14).



**Рис. 14. Бункер для вентилявання зерна БВ-25**

Стінки бункера виготовлено із штампованої перфорованої сталі. В середині циліндра по центру вмонтовано циліндричний повітророзподільник діаметром 750 мм, в якому є поршень, що переміщується у вертикальному напрямку за допомогою лебідки, системи тросів і блоків у міру завантаження бункера. За повного завантаження бункера зерном поршень перебуває у верхньому положенні.

Рівень зерна в бункері фіксується важелем і прапорцем. За потреби повітря підігрівається електрокалорифером, який монтується перед отвором вентилятора, що подає повітря в бункер. Бункер обладнаний двома пробовідбірниками, перетворювачем для контролю рівня зерна в бункері і трьома регуляторами вологості ВЦК. Регулятор вологості, який вмонтований у нижню або середню частину зовнішньої стінки бункера, вимикає

вентилятор за зниження вологості зерна менше заданої. Два інших регулятори вологості вмикають або вимикають електрокалорифер.

Установка ОБВ-100 складається з чотирьох бункерів БВ-25. Групу бункерів для вентилявання комплектують двома норіями, зернопроводами і чотирма пультами керування.

Є також інші конструкції бункерів для активного вентилявання з меншою та більшою місткістю бункерів, можливістю підігрівання повітря, але всі вони забезпечують високі (не менше 450–500 м<sup>3</sup>/т/за годину) питомі подачі, тобто є дуже ефективними (табл. 2.16).

Бункери використовують для вентилявання насіння більшості зернових культур. Процеси завантажування і розвантажування бункерів повністю механізовані, процес вентилявання автоматизований. Техніко-економічні показники застосування бункерів досить високі.

Таблиця 2.16

**Характеристика бункерів для активного вентилявання зерна**

Показник	Марка бункера					
	К-878	БВ-6	БВ-12,5	БВ-25	БВ-50	СЕЦ-1,5
Місткість бункера, м <sup>3</sup>	38,0	8,5	17,5	35,0	70,0	1,5
Маса пшениці, т	32,5	6,0	12,5	25,0	50,0	1,3
Діаметр бункера, м	3,0	1,8	1,8	3,2	3,2	1,4
Габаритні розміри, м:						
висота	8,8	5,8	8,4	7,8	11,8	3,2
ширина	3,2	3,5	3,5	4,5	4,5	1,5
довжина	5,1	3,5	3,5	4,5	4,5	2,5
Подача повітря, м <sup>3</sup> /год	11 000	3300	5600	11 300	22 500	160
Потужність електродвигуна, кВт:						
з підігріванням повітря до 6 С	5-6	2	3	5-6	10-12	0,1
без підігрівання повітря	26,0	9,0	17,5	25,5	49,0	3,3
Маса бункера, т	8,0	3,0	5,5	7,5	13,0	1,0
	2,4	0,8	1,8	1,5	2,5	0,2

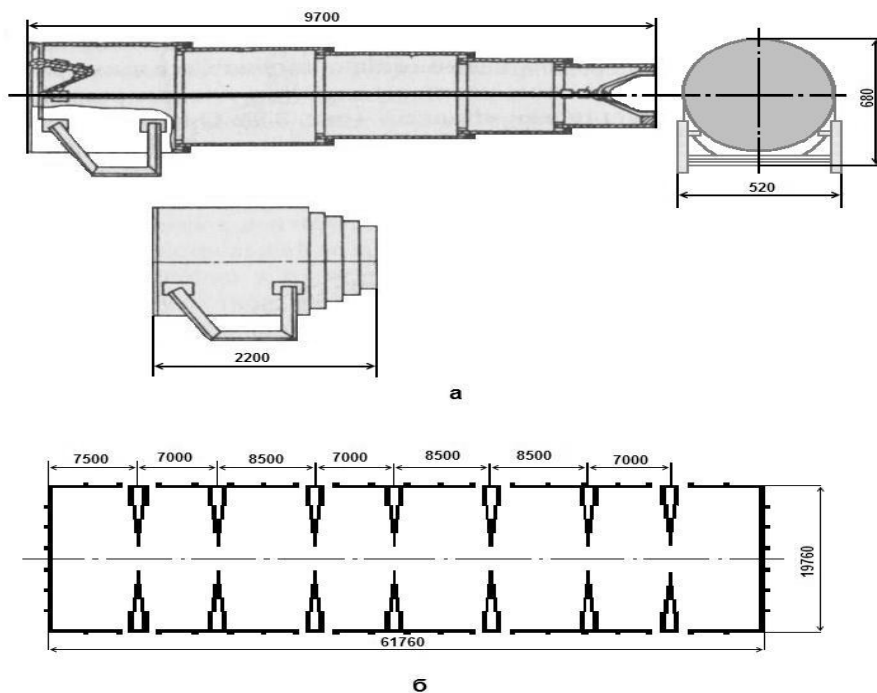
*Пересувні однотрубні установки ПВУ-1* виготовляють комплектами, до складу яких входять 21 вентилятор, 21 збірна труба, 2 вібромолоти, 3 панелі керування, трансформатор, набори шлангових проводів, ключів і запасних частин.

У зернову масу залежно від її об'єму вставляють одну або кілька труб. Кожна труба складається з трьох частин: нижньої і верхньої частин та перехідної муфти, що їх з'єднує. Нижня частина труби завдовжки 2,15 м – це труба з отворами для виходу повітря, з одного кінця має конус, який полегшує заглиблення в насип зерна та виходу повітря при вентиляванні, другий її кінець закінчується муфтою для з'єднання з верхньою частиною неперфорованої труби, яка має таку саму муфту. Довжина верхньої частини труби – 1,5 м. Труби тонкостінні завтовшки 11,5–20 мм, зовнішній діаметр їх – 102 мм. Тру-

би заглиблюють у насип зерна, а потім витягують з нього за допомогою вібромолота.

Установки ПВУ-1 використовують за висоти насипу зернової маси 3,5–4 м. За потреби їх застосовують для вентилявання насипу зерна заввишки до 5,5 м, попередньо надівши ще одну верхню трубу. Зміною положення вентилятора, тобто приєднанням його одним або двома патрубками до труби, можна вентилявати зернові маси як нагнітанням у них повітря, так і відсмоктуванням його з міжзернового простору. Установки ПВУ-1 дуже зручні в роботі з насінням на токах і у сховищах, особливо для ліквідації гніздового самозігрівання. На одну засіку місткістю 5–10 т потрібна одна труба з вентилятором.

**Телескопічні вентиляційні установки ТВУ-2** – п'ятиланкові труби телескопічного типу, які серійно виготовляють для вентилявання зерна на майданчиках, під навісом і на токах, і в складах. Усі ланки труби – це сталеві циліндри із стінками завтовшки 2 мм. У першій ланці стінки суцільні, в інших – перфоровані з отворами 3 мм. Через усю телескопічну трубу проходить сталевий трос завдовжки 12 м діаметром 9,9 мм, один кінець якого закріплений у п'ятій ланці, а протилежний має петлю і виведений за краї першої ланки.



**Рис. 15.** Телескопічна вентиляційна установка ТВУ-2  
а – розміри, б – схема розміщення

На розміщену на майданчику чи у сховищі трубу насипають зерно шаром 2,5–3 м. До зовнішнього кінця її приєднують вентилятор, який подає до 12 тис. м<sup>3</sup> повітря за годину. Для вентилявання насипу завдовжки 20 м, завширшки 12 і заввишки 1,8 м потрібно чотири труби. Відстань між осями паралельних труб – 5 м, а між торцями протилежних ланок – 1 м. Однак відстань

між трубами залежить від вологості зерна та висоти насипу (табл. 2.17). Одна труба вентилює 100–120 т зерна, меншу кількість – за вищої вологості зерна.

Таблиця 2.17

**Відстань між трубами установки ТВУ-2 залежно від висоти насипу і вологості зерна**

Висота насипу, м	Відстань між трубами (м) за вологості зерна (%)						
	14	16	18	20	22	24	26
1,5	8,0	8,0	8,0	7,0	5,5	4,0	3,0
2,0	8,0	8,0	8,0	6,5	4,9	3,5	2,5
2,5	8,0	8,0	7,0	5,3	4,0	2,9	2,0
3,0	8,0	8,0	6,0	4,0	3,0	2,3	1,6
3,5	8,0	7,3	5,5	3,7	2,7	2,0	-
4,0	8,0	6,5	5,0	3,4	2,4	1,7	-
4,5	7,5	7,0	4,4	3,0	2,2	-	-
5,0	6,8	5,3	4,0	2,5	2,0	-	-

Після закінчення вентилявання установку витягують з насипу зерна тросом за допомогою автомобіля або трактора.

Подібні установки випускаються фірмами “Ambros Schmelzer”, “Danagri-3S”, “JSC “MLVS” тощо.

**2.5.2. Технологія і режими активного вентилявання**

Потік повітря, який проходить крізь зернову масу, справляє різнобічний технологічний вплив на зерно. Під його дією змінюються газовий склад повітря у міжзернових проміжках, температура і вологість зерна та інтенсивність фізіологічних і мікробіологічних процесів у зерновій масі.

Технологічна ефективність активного вентилявання зернових мас атмосферним повітрям виражається у швидкості зміни температури зерна. За тривалого вентилявання зерно поступово набуває температури навколишнього середовища або нижчої, якщо застосовують штучно охолоджене повітря.

Потік повітря одночасно із зміною температури зерна викликає також зміну його вологості, якщо повітря сухе і тепле (гаряче). Перш ніж почати вентилявання того чи іншого зернового насипу, слід переконатися, що його продування можливе і доцільне за наявних погодних умов і за станом зерна. Для цього вимірюють температуру й вологість повітря і зерна, яке підлягає вентиляванню, визначають рівноважну вологість зерна за цих умов і зіставляють її з фактичною вологістю зерна. Лише коли рівноважна вологість буде меншою за фактичну, можна вентилювати з метою сушіння. Для іншої мети вентилявання рівноважна вологість повинна бути вищою за фактичну.

Крім того, визначають необхідну подачу повітря, тривалість процесу вентилявання, оскільки за недостатньої подачі повітря під час вентилявання може відбутися розшарування насипу зерна за вологістю – пересушування

нижніх і зволоження верхніх шарів, внаслідок чого збільшується тривалість його продування.

Усі перераховані вище технологічні операції, разом узяті, визначають поняття *технології вентиляювання зернових насипів*.

Для визначення вологості повітря використовують різні прилади і пристосування. Найпоширеніші з них – психрометри Августа й Асмана, а також гігрометри, гігрографи та ін. На хлібоприймальних підприємствах найчастіше користуються психрометрами.

Для визначення вологості повітря за показами сухого і вологого термометрів та можливості й доцільності вентиляювання зерна, а також для визначення рівноважної вологості зерна різних культур користуються спеціальними номограмами або таблицями. Активне вентиляювання атмосферним повітрям проводять лише тоді, коли фактична вологість зерна перевищує рівноважну на 1 % і більше. Лише коли зернова маса самозігрівається, активне вентиляювання потрібно проводити за будь-якої відносної вологості повітря.

Враховуючи зміну температури і вологості повітря протягом доби, перевіряють потребу у проведенні вентиляювання не менше 4 разів за добу – о 1, 7, 13, і 19-й годині, а за несприятливих погодних умов перевіряють частіше.

Активне вентиляювання потрібно проводити згідно з установленими для кожної культури режимами. Під режимом активного вентиляювання розуміють оптимальне поєднання основних параметрів обробки зерна повітряним потоком, яке забезпечує найкращий господарський результат. До таких параметрів належать: питома подача повітря, тривалість охолодження, висота зернового насипу, періодичність вентиляювання тощо.

*Питома подача повітря* означає кількість витрат його на вентиляювання 1 т зерна протягом 1 год. Залежно від культури, вологості зернової маси і мети вентиляювання вона коливається від 30 до 200 м<sup>3</sup>/год за висоти насипу зерна 1,5–3,5 м (табл. 2.18).

Таблиця 2.18

**Мінімальна питома подача повітря при активному вентиляюванні насіння за різних параметрів обробки зерна**

Вологість насіння, %	Подача повітря на 1 т, м <sup>3</sup> /т за годину, не менше	Питома подача повітря (м <sup>3</sup> /год) за висоти насипу зерна (м, не вище)			
		пшениці, жита, ячменю, вівса, кукурудзи	проса	гороху, кормових бобів, люпину	соняшнику
16	30	3,5	2,2	3,0	3,0
18	40	2,5	2,0	2,5	2,5
20	60	2,0	1,8	2,0	2,0
22	80	2,0	1,6	2,0	1,8
24	120	2,0	1,5	2,0	1,5

---

---

Питому подачу повітря  $V$  визначають за формулою:

$$V = n/m,$$

де  $n$  – кількість повітря, що подається вентилятором у насип зерна, м<sup>3</sup>/год;  $m$  – маса вентилязованого зерна, т.

Основним показником в розрахунку питомої подачі повітря є час, протягом якого охолоджується зерновий насип. Він залежить від вологості зерна: чим вона вища, тим більша загроза псування зерна і тим швидше потрібно провести його вентилявання. В умовах сільського господарства вентилявання для охолодження свіжозібраного насіння основних зернових культур слід проводити негайно, застосовуючи таку тривалість. За вологості вище 24 % – 10 год; 20–24 % – 20 год; до 20 % – 30–40 год.

Загальні витрати повітря на охолодження 1 т зерна становлять 2000 м<sup>3</sup>. Щоб забезпечити охолодження зерна, наприклад, вологістю 22 % за 20 год, слід установити таку питому подачу повітря, яка б дорівнювала загальним витратам повітря, поділений на тривалість охолодження:  $2000:20 = 100$  м<sup>3</sup>/т за годину.

Найбільшу питому подачу застосовують для підсушування зернової маси або ліквідації в ній процесу самозігрівання. Технологічний ефект вентилявання досягається тим швидше, чим більша різниця між температурами повітря і зернової маси.

Охолоджувати зерно краще вночі, коли температура повітря більш низька і знижується навантаження на лінії електропередач.

Для скорочення часу вентилявання питому подачу повітря часто збільшують до 250 м<sup>3</sup>/т за годину і більше, однак це пов'язано із значним споживанням електроенергії та витратами на охолодження. Тому встановлюють такі питомі подачі повітря, які б забезпечували необхідне охолодження зерна, запобігаючи його псуванню за мінімальних витрат електроенергії на вентилявання.

У сільськогосподарських підприємствах на практиці частину зерна сушать у нерухомому насипу атмосферним або підігрітим повітрям. Підігрівання повітря лише на 3–8 °С значно підвищує його вологоємність, а отже, й сушильну здатність, проте найбільшого ефекту досягають за підігрівання повітря на 10–15 °С.

Насип зерна сушать зазвичай за односторонньої подачі повітря знизу вгору (на складах, у сушильних камерах) або в поперечному напрямку (в бункерах для вентилявання). Тому для того, щоб уникнути утворення застійних ділянок, які погано продуваються, повітророзподільні пристрої повинні забезпечувати рівномірний розподіл повітря. Для цього відстань між джерелами надходження його в насип не повинна перевищувати 0,5–0,6 м. Щоб запобігти утворенню тріщин у зерні кукурудзи, рису, гречки, бобових культур і проса, вентилявання після сушіння насипу здійснюють за поступового зниження температури повітря.

Для просушування вологого зерна до вологості 12–14 % по всій висоті насипу відносна вологість повітря має становити не менше 55–65 %. Така



вологість характерна для атмосферного повітря вдень. Якщо початкова відносна вологість повітря висока, його підігривають (табл. 2.19).

Повітря підігривають за допомогою електрокалориферів (ВРЕ-4) або теплогенераторів (ТГ-75, ТГ-150, ВПТ-400, ВПТ-600 та ін.). Якщо потрібно прискорити сушіння, в установку вмонтовують додаткові вентилятори.

Таблиця. 2.19

### Температура підігривання повітря для зниження його відносної вологості

Початкова відносна вологість повітря, %	Температура підігривання повітря (°С) за відносної вологості повітря (необхідної) (%)				
	50	55	60	65	70
60	3,0	1,5	–	–	–
70	5,5	4,0	2,5	1,0	–
80	7,5	6,0	4,5	3,0	2,0
90	9,5	8,0	6,5	5,0	4,0
100	11,5	10,0	8,5	7,0	6,0

*Активне вентилявання і природне охолодження зерна різних культур.* Насіння зернобобових культур (гороху, кормових бобів, квасолі та ін.) має досить високу початкову вологість і великий вміст білка (25–30 %). Щоб запобігти погіршенню якості насіння, не можна допускати його розтріскування. Під час вентилявання температуру підігрітого повітря обмежують з урахуванням початкової вологості насіння (не більше 30–35 °С).

Насіння *олійних культур*, наприклад, соняшнику, за однакових умов зберігання має вміст рівноважної вологи, відмінний від вмісту вологи у злакових. Тому для визначення можливості вентилявання насіння соняшнику слід використовувати спеціально складені таблиці. Насіння олійних культур можна вентилювати повітрям, підігрітим до 60 °С. Підвищені температури повітря прискорюють процес сушіння, однак це призводить до нерівномірного видалення вологи з товщини шару та пересушування нижніх і зволоження верхніх ділянок насипу. Технологічний процес вентилявання насіння рицини такий самий.

*З дрібного насіння* найбільш поширене насіння проса. Для вентилявання і зберігання потрібно враховувати деякі його особливості. Гладенька поверхня, округла форма і невеликий діаметр зерен проса зумовлюють понижену шпаруватість насипу – в середньому 35 % загального об'єму. Під час механізованого завантаження насіння проса у сховища насип додатково ущільнюється ще на 2–3 %, а за зберігання і продування внаслідок природного ущільнення відбувається подальше зменшення шпаруватості. Все це значно підвищує (більш як удвічі) опірність насипу насіння проса переміщенню крізь нього повітря порівняно із насипом зерна пшениці, ячменю та інших культур.

Насіння проса містить до 5 % олії, більше половини її – в зародку. За вологості 16–17 % і температури 24–25 °С насіння проса пліснявіє уже через 5–10 днів після закладання, а за вологості 20 % і тої ж температури – через

---

---

1–2 доби. Тому насіння проса з підвищеною вологістю слід терміново вентилювати, використовуючи будь-які установки, що застосовуються для продування зерна інших зернових культур, та зменшувати висоту його насипу.

У зв'язку з підвищеною сипкістю насіння проса та невеликими його розмірами місця з'єднання решіток і щитів надійно перекривають мішковиною, усувають всі тріщини в деревині. Це ж стосується і вентилювання інших дрібнонасінних культур – льону, гірчиці та ін.

На відміну від насіння проса, насип зерна кукурудзи в качанах чинить незначний опір рухові через нього повітря (цьому сприяє наявність великих проміжків між качанами). Це призводить до того, що повітря погано поширюється в усі боки від щілин і решіток. Рівномірному сушінню качанів кукурудзи сприяє відстань між щілинами для виходу повітря 0,5–0,6 м. Завантажувати качани слід обережно, запобігаючи їх самообваленню і накопиченню зерен у різних місцях насипу, що гальмуватиме рух повітря.

Охолодження й підсушування качанів вентилюванням сприятливо впливають на збереженість насіння кукурудзи. Завдяки наявності в насипу кукурудзи великих міжповітряних просторів, природна аерація в результаті конвекції також є досить інтенсивною. Це ж саме в зимовий період зберігання качанів кукурудзи в умовах вільного доступу повітря (в сапетках) сприяє поступовому їх зволоженню. А з настанням весняного потепління температура насипу качанів кукурудзи швидко підвищується і можливе їх псування внаслідок інтенсивного розвитку плісені. Тому до початку весняного підвищення температури качани кукурудзи повинні бути просушені та обмолочені. Зберігати насіння кукурудзи потрібно охолодженим.

Дотримання основ технології і режимів активного вентилювання зерна різних культур дає змогу істотно підвищити технологічність цього процесу, надійно забезпечити збереженість партій зерна, що обробляється, зменшити його втрати і витрати на обробку.

Отже, активне вентилювання в процесі приймання, обробки та зберігання зерна дає змогу:

- оперативно й ефективно запобігати самозігріванню та погіршенню якості свіжозібраного й просушеного зерна, вирівняти його температуру і вологість;
- прискорити післязбиральне дозрівання свіжозібраного недозрілого зерна, поліпшити його продовольчі та насінні якості, зберегти життєздатність зерна і насіння при тривалому зберіганні;
- поліпшити насінні якості зерна весняним прогріванням насипу перед сівбою;
- охолоджувати і проморожувати зерно, тобто ефективно боротися із шкідниками хлібних запасів на всіх стадіях їх розвитку, перешкоджати розвитку мікрофлори і плісені, скорочувати втрати зерна внаслідок зниження енергії дихання, травмування і розпилення;
- скорочувати витрати на обробку і зберігання зерна, механізувати та автоматизувати процеси контролю й обробки насипу.

---

---

### Запитання для самоконтролю

1. З яких компонентів складається зернова маса?
2. Які фактори впливають на склад зернової маси?
3. Зерно яких культур містить найбільше крохмалю та білків?
4. Які вуглеводи є в зернівці злакових культур?
5. Яка відмінність існує у складі білка різних зернових злакових?
6. Яка роль жирів у складі насіння та зерна?
7. Поява яких хімічних речовин свідчить про псування зерна?
8. Де в зернівці зосереджені мінеральні речовини?
9. Які фізичні властивості зернівки враховано в конструкції зернозбиральних, зерноочисних та зерносушильних машин?
10. Що таке шпаруватість зернових мас?
11. Чим зумовлюються сорбційні властивості зерна?
12. Чому зерно деяких культур має високу гігроскопічність?
13. Яка вологість називається рівноважною?
14. Чим зумовлюється теплоємність зернової маси?
15. Чим зумовлюється погана теплопровідність зернової маси?
16. Які фізіологічні властивості повинно мати зерно насінного призначення?
17. Які види мікроорганізмів псують зерно?
18. Які фактори є несприятливими для розвитку комах під час зберігання зерна?
19. Які заходи боротьби із шкідниками є екологічно чистими?
20. У яких випадках виникає суцільне гніздове самозігрівання?
21. Якими є причини пластового самозігрівання?
22. Які складові процесу післязбиральної доробки зернових мас ви знаєте?
23. Які параметри зернівки враховано в конструкції зерноочисної машини?
24. Які технологічні умови необхідні для нормальної роботи зерноочисних машин?
25. За допомогою яких робочих органів можна розділити компоненти зернової маси за розмірами, формою, густиною?
26. Які фракції зернової маси виділяються на ворохоочисниках?
27. Які ви знаєте спецмашини для обробки зернових мас?
28. Які є поточні лінії для післязбиральної доробки зернових мас?
29. Які складові ЗАВ та КЗС?
30. Які машини входять до складу спеціальних ліній?
31. Якими є особливості післязбиральної обробки качанів та зерна кукурудзи?
32. Які є особливості обробки зернової маси (вороху) льону та багаторічних трав?
33. Зерно яких культур найбільше травмується?

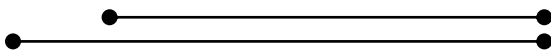
- 
- 
34. Якою є схема післязбиральної обробки вороху насіння цукрових буряків?
  35. Якими є оптимальні питомі подачі повітря для обробки (сушіння) зерна?
  36. Яке зерно називають сухим?
  37. Від чого залежить швидкість сушіння зерна?
  38. Які способи сушіння ґрунтуються на конвективному способі підведення тепла?
  39. Назвіть основні технологічні умови сушіння зерна на шахтних сушарках.
  40. Який фактор є визначальним за повітряно-сонячного сушіння зернової маси?
  41. Для яких партій зерна використовують барабанні сушарки?
  42. Для якого зерна найдоцільніше використовувати камерні сушарки?
  43. Як впливає вологість зерна на температуру його нагрівання під час сушіння?
  44. В яких сушарках теплоносієм є гаряче повітря?
  45. Що є визначальним для встановлення температури теплоносія?
  46. Для якої зернової маси застосовують м'які (ступеневі) режими сушіння?
  47. Що називають плановою умовною тонною?
  48. Якими є особливості сушіння дрібнонасінних культур?
  49. У чому полягають особливості сушіння насіння кукурудзи та бобових культур?
  50. Яке вентилявання називають активним?
  51. Для чого застосовують активне вентилявання?
  52. Які типи установок використовують для сушіння та охолодження зерна? Як можна ліквідувати гніздове самозігрівання?
  53. Перелічіть основні умови ефективного вентилявання для сушіння та для охолодження.
  54. Якими є оптимальні питомі подачі повітря за обробки (сушіння) зерна вентиляванням?

---

---

## РОЗДІЛ 3

# РЕЖИМИ І СПОСОБИ ЗБЕРІГАННЯ ЗЕРНОВИХ МАС



Вивчення властивостей зернових мас і впливу на них умов навколишнього середовища показало, що інтенсивність усіх фізіологічних процесів у них залежить від одних і тих самих факторів, найважливішими з яких є: вологість зернової маси і навколишнього середовища; температура зернової маси та оточуючих її об'єктів; доступ повітря до зернової маси.

На регулюванні параметрів цих факторів і ґрунтуються три режими зберігання зернових мас: 1) у сухому стані, тобто з вологістю, близькою до критичної; 2) в охолодженому стані, тобто за умов, коли температура їх знижена до таких меж, що вона значно гальмує життєві функції компонентів зернової маси; 3) без доступу повітря.

Перспективним є також хімічне консервування зернових мас, тобто обробка їх деякими органічними кислотами, від яких гинуть усі живі компоненти зернової маси і які таким чином захищають її від біологічного псування.

Вибір режиму зберігання залежить від певних умов, особливо від кліматичних умов місцевості, де розташоване господарство, наявності типів зерносховищ і їх місткості, технічних можливостей господарства для приведення партій зерна до стійкого стану, цільового призначення, якості партій зерна, економічної доцільності застосування того чи іншого режиму.

Найкращі результати можливі за комплексного застосування режимів, наприклад, зберігання сухої зернової маси в умовах низьких температур з використанням для охолодження холодного сухого повітря під час природних перепадів температур.

### 3.1. Зберігання зерна і насіння в сухому стані

*Сухими вважаються зерно і насіння, в яких немає вільної вологи, а є тільки зв'язана волога, малодоступна для активної життєдіяльності як насіння, так і мікроорганізмів. Цей режим зберігання ґрунтується на принципі ксероанабіозу, тобто усуненні дії на сухе зерно основного фактора його псування під час зберігання – мікроорганізмів.*

Режим зберігання насіння в сухому стані – основний захід підтримання його високої життєздатності у партіях посівного матеріалу всіх культур

---

---

*та якості зерна продовольчого призначення протягом усього строку його зберігання.*

Зерно пшениці, жита, ячменю, вівса вважається сухим, якщо містить не більше 14 % вологи. Оскільки вміст вологи в зерні за тривалого зберігання може дещо підвищуватися внаслідок сорбції з повітря, найкраща його стійкість забезпечується за вологості 12–13 %. Отже, оптимальна норма вологості для тривалого зберігання виробничих партій насіння має бути на 1–2 % нижчою за критичну вологість. Остання є неоднаковою у різних культур і залежить від хімічного складу зерна. Чим більше в насінні жиру, тим швидше у ньому з'являється вільна волога, а отже, тим менша вологість (6–8 %) може забезпечити його надійну збереженість.

Сухе насіння зазвичай зберігають насипом заввишки 10–12 м. Тому в сучасних насіннесховищах насіння завантажують на максимальну їх висоту, яка технічно можлива. За складування насіння високим насипом сховище використовується краще, створюються сприятливіші умови для збереженості його якості, оскільки його температура та вологість зазнають менших коливань, ніж у зерновому насипі невеликої висоти. Навіть за найнесприятливіших за кліматичними умовами регіонах сухе зерно й насіння за розміщення у спеціальних сховищах високим насипом через один-два роки зберігання здебільшого залишаються сухими. Тільки в невеликому верхньому шарі насипу (завтовшки 10–15 см) можливі значні зміни вологості зерна. Тому чим вищий насип зерна, тим відносно менша його частина піддається зволоженню в період зберігання.

Сухе насіння можна зберігати у сховищах різних конструкцій і типів, якщо вони відповідають технічним вимогам. Досвід показав, що зернові маси, добре підготовлені до зберігання (очищені від домішок, знезаражені й охолоджені), можна зберігати без переміщення у складах протягом 4–5 років, а в силосах елеваторів 2–3 роки.

Проте повну тривалу збереженість сухого насіння не завжди можна гарантувати. Причиною псування його може бути інтенсивний розвиток комах – шкідників хлібних запасів, здатних існувати й розмножуватись у зерні з вологістю, нижчою за критичну. Отже, найкращі умови для зберігання насіння забезпечуються тоді, коли воно не тільки добре і своєчасно просушене, а й охолоджене до низьких плюсових температур та оберігається від зараження.

Псується суха зернова маса і за утворення краплинно-рідинної вологи та підвищення вологості в будь-якій ділянці насипу внаслідок перепадів температур та явища термовологопровідності.

Надійну збереженість високої якості сухого зерна і насіння забезпечує тільки постійний контроль за станом зерна під час його зберігання. Тому зерно розміщують у сховищах так, щоб до кожної його партії був вільний доступ для проведення контролю. Для ліквідації можливих несприятливих процесів у зерновій масі сховище обладнують установками для активного вентилявання, засобами механізації для швидкого завантаження й розвантаження зерна, а також приладами для контролю за процесами зберігання.

---

---

### 3.2. Зберігання зернових мас в охолодженому стані

Охолодження, як і зниження вологості, різко гальмує інтенсивність усіх біологічних процесів у зерновій масі, пригнічує життєдіяльність мікроорганізмів, може призвести до загибелі великої частини комах.

Для охолодження зерна (насіння) використовують природне атмосферне повітря, забезпечуючи повне консервування маси на весь період зберігання.

Зниження температури на кожні 5 °С приблизно вдвічі збільшує тривалість стійкого зберігання зерна, однак надійне консервування забезпечується тільки за достатньо ефективного охолодження.

Зерно вважають охолодженим, коли воно має температуру +10 і нижче градусів. Перший ступінь охолодження, коли температура всіх шарів насипу нижча 10 °С, другий ступінь – нижча 0 °С. Найсприятливішою для зберігання насіння є температура 0–5 °С. Не рекомендується охолоджувати насіння з підвищеною вологістю до низької мінусової температури, оскільки в його партіях спостерігається зниження схожості. Температура мінус 10–20 °С згубно діє на зерно злакових за його вологості понад 18–20 %. Крім того, значне охолодження зернових мас (до мінус 20 °С і нижче) зумовлює великий перепад температур у весняний період, що призводить до виникнення самозігрівання у верхньому шарі насипу.

Для охолодження зерна використовують не тільки атмосферне, а й штучно охоложене спеціальними холодильними установками повітря. Штучний холод дає змогу швидко охолодити партії зерна і запобігти втратам його внаслідок активного розвитку мікроорганізмів і комах. Доцільно застосовувати його для охолодження зерна рису, насіння соняшнику та насіння овочевих культур.

Велике значення режим зберігання зерна в охолодженому стані має для тимчасового консервування вологого й сирого зерна на току на певний період (до початку сушіння). Це найважливіший захід для запобігання псуванню зерна і насіння в перший період їх зберігання після збирання врожаю.

Охолоджувати доцільно і сухе зерно, оскільки не знижує інтенсивність його дихання, а отже, і втрати маси під час зберігання. Також підвищується стійкість зерна до факторів псування, різко знижується небезпека пошкодження комахами-шкідниками. Сухе й охоложене зерно та насіння зберігаються найдовше.

Режим зберігання зернової маси в охолодженому стані порівняно із тривалим зберіганням сухого зерна є допоміжним. Його менша надійність зумовлена тим, що в охолодженій зерновій масі, яка розташована в негерметичному сховищі, можуть прогріватись до небезпечного рівня периферійні шари насипу під впливом підвищеної температури зовнішнього повітря, підлоги і стін сховища. В таких випадках необхідна повторна обробка, правда, лише невеликої частини зернового насипу. В початковий

---

---

період зберігання свіжозібраного зерна консервування охолодженням є основним технологічним заходом його захисту від псування. Як основний цей метод застосовують для зберігання зерна технічного призначення (пивоварного тощо). Тоді сушіння, якщо ячмінь вологий, можна не проводити.

Способи охолодження зернових мас атмосферним повітрям поділяють на дві групи: пасивні й активні.

При *пасивному охолодженні* зернову масу не перемішують і не нагнітають у неї повітря, а провітрюють зерносховища та обладнують у них припливно-витяжну вентиляцію. Відкриваючи вночі вікна і двері складу в літньо-осінній період, знижують температуру повітря в складі, а отже, в зерновій масі.

Підвищити ефективність пасивного охолодження можна, обладнавши припливно-витяжні канали безпосередньо в місткостях для зберігання зерна (засіках, бункерах та ін.). Однак цей захід не завжди ефективний, бо за такої системи вентиляції крізь зернову масу проходить недостатня кількість повітря для того, щоб охолодити її.

До *активних способів охолодження* також належать перелопачування зернових мас, пропускання їх через зерноочисні машини, конвеєри і норії, обробка в холодну погоду на стаціонарних або пересувних установках для активного вентилявання, що пов'язано з деяким травмуванням зерна. Активним способом охолоджують насамперед нестійке до зберігання зерно.

Зернову масу перелопачують лопатами з дерева, фанери або легкого металу. Стикаючись з повітрям, зерно й домішки охолоджуються, поновлюється запас повітря в міжзернових проміжках. Чим більша різниця між температурами навколишнього повітря і зернової маси, тим більший ефект від перелопачування. Проте цей спосіб охолодження зерна трудомісткий і малоефективний.

Значно більший ефект з меншими затратами праці, ніж перелопачування, дає переміщення зернових мас на послідовно встановлених конвеєрах або через зерноочисні машини, обладнані вентиляторами. Зі збільшенням шляху руху зерна, збільшується також контакт з повітрям та інтенсивність охолодження.

Нині основний спосіб охолодження зернових насипів – активне вентилявання холодним атмосферним повітрям.

Особливо обробка зернових мас штучно охолодженим повітрям є дуже ефективною. В режимі активного вентилявання свіжозібране зерно вологістю до 20 % можна зберігати без зниження якості протягом 8–10 днів (хоч втрати на дихання при цьому можуть збільшуватись, якщо повітря, яке використовують, не є холодним).



---

---

### 3.3. Зберігання зернових мас без доступу повітря

Відсутність кисню в міжзернових просторах і над зерною масою зумовлює значне зниження інтенсивності її дихання, внаслідок чого зерно основної культури й інші живі компоненти переходять на анаеробне дихання і поступово гинуть. За відсутності кисню шкідливі для зерна мікроорганізми й комахи не можуть розвиватися.

За анаеробного дихання зерна виділення теплоти зменшується майже в 30 разів, тому виключається розвиток процесу самозігрівання. Оскільки за такого режиму втрачається життєздатність сирого зерна, його використовують переважно як фуражне. Для цього консервується зерно будь-якої вихідної вологості і завдяки цьому можна починати збиральні роботи приблизно на тиждень раніше загальноприйнятих строків. Крім того, на зберігання зерно можна закладати без проведення його післязбиральної доробки.

При зберіганні зернової маси у безкисневому середовищі з вологістю, близькою до критичної, добре зберігаються всі її технологічні і фуражні якості. З підвищенням вологості продовольчі і фуражні якості зерна дещо знижуються: темніють оболонки, виникають спиртовий і кислий запахи, збільшується кислотне число олії. Тому зберігати партії посівного матеріалу без доступу повітря можна тільки за вологості, значно нижчої за критичну. Таким способом зберігають насіння і зерно країни екватора, уникаючи розмноження комірних шкідників, які за анаеробних умов не розвиваються.

Обов'язковою умовою надійного консервування зерна за такого режиму зберігання є забезпечення достатньо повної герметизації сховищ. Якщо в повітрі міжзернових проміжків вміст кисню перевищує 0,5 %, можливі розвиток плісневих грибів та псування зерна (але коли відносна вологість повітря буде вищою як 70 %).

Використовувати зерно кормового призначення законсервоване анаеробними умовами, потрібно швидко, бо воно є мертвим і в разі разгерметизації і прямого контакту з киснем повітря не здатне протистояти розвитку мікроорганізмів і швидко псується. Під таку ж дію попадає і те зерно, яке лишається в траншеї, тому для зменшення цієї небезпеки зерно закладають на зберігання невеликими партіями (в окремі траншеї).

Анаеробні умови при зберіганні зернових мас створюють одним із трьох способів: 1) природним нагромадженням вуглекислого газу і втратою кисню під час дихання живих компонентів, внаслідок чого відбувається самоконсервування зернової маси; 2) введенням у зернову масу газів (вуглекислого, азоту та деяких ін.), які витісняють повітря з міжзернового простору; 3) створенням у зерновій масі вакууму. В умовах сільського господарства користуються тільки першим способом.

При самоконсервуванні зерна для швидкого настання безкисневого стану дуже важливо, щоб у сховищі був мінімальний запас повітря. Цього досягають при повному його завантаженні зерном і майже повній відсутності надзернового простору.

---

---

Зерно в герметичних умовах зберігають у металевих силосах різної місткості. Самоконсервування зерна кукурудзи й інших культур, як тимчасовий захід, забезпечують у траншеях з бетону, викладаючи їх поліетиленовою плівкою знизу, з боків і зверху зернового насипу та герметизуючи всі стики.

При зберіганні зерна в газовому середовищі з самого початку призупиняються дихання зерна та будь-яка аеробна життєдіяльність мікроорганізмів. Для цього можна використовувати, наприклад, азот і вуглекислий газ. Найчастіше застосовують вуглекислий газ, який вводять у зернову масу в газоподібному стані, або використовують сухий лід. Подрібнені брикети сухого льоду розміщують у зерновій масі під час завантаження нею сховища, причому більшість їх кладуть у верхніх шарах насипу. Вуглекислий газ важчий за повітря, тому витісняє його з міжзернових проміжків. Вуглекислий газ у вигляді брикетів сухого льоду сприяє також охолодженню зернової маси, тобто її консервуванню.

Більш перспективним способом є консервування зернових мас сумішшю інертних газів, які утворюються в результаті спалювання зріджених газів у генераторах. Попередньо охолоджену газову суміш, що при цьому утворюється (85,6 % азоту, 13,6 % вуглекислого газу і 0,6 % кисню), вводять у зернову масу, забезпечуючи цим її зберігання.

#### **3.4. Хімічне консервування зернових мас**

Хімічне консервування зернової маси або окремих її компонентів відбувається під впливом різних хімічних речовин, що приводять зерно до стану анабіозу або абіозу. При цьому припиняються всі біологічні зміни, зокрема частково гальмуються дихальні функції зерна та життєдіяльність мікроорганізмів – грибів, бактерій, дріжджів. Для досягнення такого ефекту хімічними препаратами з інгібувальними властивостями обробляють усю зернову масу.

У практиці сільського господарства застосовують такі види хімічного захисту зерна і насіння: 1) завчасне протруювання; 2) консервування фуражного зерна з підвищеною вологістю.

*Завчасне протруювання* дає змогу захистити насіння від розвитку фітопатогенної мікрофлори (різних видів сажки, гельмінтоспоровів, фузаріозів тощо), від пліснявіння та розвитку субепідермальної мікрофлори, а також кліщів і комах.

*Хімічне консервування вологого зерна, призначеного на фуражні цілі*, дедалі активніше використовується в сільському господарстві. Для цього як консерванти використовують багато хімічних речовин. Останнім часом як консервант використовують жирні кислоти, зокрема оцтову, мурашину та пропіонову, а також суміші цих кислот. Найефективнішою є пропіонова кислота. З 1968 р. її почали застосовувати в сільськогосподарському виробництві під час зберігання вологого фуражного зерна. Норма витрат пропіонової кислоти становить 0,6–2,0 %. Чим вища вологість зернової маси, тим більше пот-

рібно пропіонової кислоти: за вологості 20 і 25 % потрібно відповідно 10 і 13 кг, або 1,0 і 1,3 %. Зерно обприскують нею під час завантаження у сховище. Не можна застосовувати пропіонову кислоту для обробки продовольчого зерна.

Після обробки пропіоновою кислотою зерно зберігається 6–8 і навіть 12 міс. (табл. 3.1). Його згодують тваринам після обробки на плющильних машинах.

Таблиця 3.1

**Норми витрат консервантів залежно від вологості і строків зберігання зерна**

Консервант	Концентрація консерванту, %	Вологість зерна, %				
		20	25	30	35	40
Мурашина кислота	86	1,05;	1,3;	1,55;	1,8;	2,1;
		1,3	1,5	1,8	2,05	2,35
Оцтова кислота	100	0,75;	1,0;	1,35;	1,65;	2,0;
		1,0	1,25	1,6	1,9	2,3
Пропіонова кислота	100	0,55;	0,75;	1,15;	1,45;	1,8;
		0,75	1,0	1,3	1,7	2,05

Примітка. Перша цифра відповідає нормі консерванту при зберіганні зерна протягом 6–8, друга – 12 міс.

Нині в сільськогосподарських підприємствах як консервант широко використовують піросульфат натрію  $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_5$ . Введення його в зернову масу ячменю та пшениці вологістю від 19 до 52 % у дозах 1–1,5 % від маси зерна захищає її від пліснявіння, проростання та самозигрівання протягом 40 – 80 діб. Введений у зернову масу за допомогою механізмів і старанно перемішаний з нею піросульфат натрію поступово розкладається, утворюючи нешкідливі для тварин продукти, з яких основним є глауберова сіль.

У Національному університеті біоресурсів і природокористування України (НУБіП України) проведено дослідження впливу вуглеамонійних солей на збереження зерна підвищеної вологості. Встановлено, що консервуючий ефект залежить від вихідної вологості зерна і норми консерванту. Вуглеамонійні солі забезпечили збереження зерна пшениці підвищеної вологості з 15 до 180, а кукурудзи – з 30 до 180 діб, тобто їх можна вважати консервантом обмеженого строку дії.

Хімічне консервування зерна застосовують у роки з несприятливими умовами збирання, коли традиційні способи його не забезпечують своєчасної післязбиральної доробки врожаю. Воно ефективне тільки за рівномірної доробки зерна хімікатом, коли практично ним покрита кожна зернина.

Технологія консервування зерна карбоновими кислотами полягає в тому, що зерно подають у бункер, де його обприскують кислотою і направляють із бункера-накопичувача у сховище.

Якщо в зерновій масі починається процес самозигрівання, хімічний консервант, введений у неї, повинен пригнічувати життєдіяльність

---

---

мікрофлори й самого зерна, яке перебуває в активному стані. До таких препаратів належить хлорпікрин, за допомогою якого ліквідують процес самозігрівання.

Усі кислоти, що використовуються як консерванти, виявляють велику корозійну дію, тому необхідний ефективний антикорозійний захист металевих конструкцій у сховищах, конвеєрах та ін. Крім того, потрібно додержуватись правил техніки безпеки під час роботи з кислотами, оскільки вони мають сильну агресивну дію і можуть викликати опіки. Тому для обприскування зерна найчастіше використовують солі карбонових кислот.

*Спосіб зберігання* зернових мас залежить переважно від їх фізичних та фізіологічних властивостей. Всі партії зерна, особливо насіння, потрібно зберігати у спеціальних сховищах. Зерносховища класифікують за багатьма ознаками, найважливішими з яких є: період зберігання (тимчасового або тривалого); конструкційні особливості (навіси, склади, елеватори тощо); види операцій, які в них проводяться (тільки зберігання чи зберігання й доробка); ступінь механізації (механізовані, напівмеханізовані, немеханізовані); наявність і тип установок для активного вентиляювання насіння (канальна, підлогова, переносна та ін.).

Зберігання зерна може бути *тимчасовим* – від кількох діб до одного-трьох місяців або *довгостроковим* – від кількох місяців до кількох років. Як тимчасове, так і довгострокове зберігання зернових мас потрібно організувати так, щоб запобігти втратам маси (крім біологічних) та зниження її якості.

Зернові маси зберігають *насином* або *в тарі*. Перший спосіб є основним і найпоширенішим. Переваги його такі: повніше використовуються площа та об'єм зерносховища; більше можливостей для механізованого переміщення зернових мас; полегшується боротьба із шкідниками зерна (хлібних продуктів); зручніше організувати контроль за всіма показниками; зменшуються витрати на тару і переміщення зерна.



**Рис. 16.** Зберігання зерна в мішках

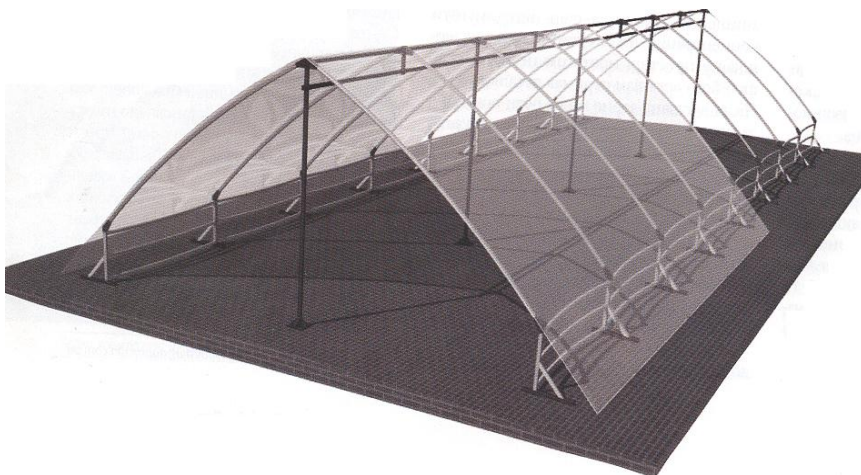
---

---

У період збирання врожаю зернових культур виникає потреба в організації тимчасового зберігання зерна на токах або відкритих майданчиках хлібоприймальних підприємств – у буртах. *Бурт* – це насип зерна (який вкладений з урахуванням певних правил за межами сховищ), під відкритим небом (чи під навісом), в тарі або без неї. При зберіганні зернових мас у буртах насипом останнім надають форми конуса, піраміди, призми або іншої геометричної фігури, що дає змогу легше накривати бурти та забезпечувати стікання атмосферних опадів. Однак за зберігання зерна в бурті важко вести спостереження за його станом у внутрішніх частинах насипу, тому не завжди можна своєчасно виявити самозігрівання й розвиток шкідників.

За допомогою штучного дощування відкритих буртів виявлено, що коли насип пшениці в бурті укласти під кутом природного нахилу, то проникнення в нього вологи після зливи сягає 11–13 см.

Використання синтетичних матеріалів дещо полегшило організацію вкриття і захист буртів від несприятливого впливу дій навколишнього середовища. Наприклад, у США плівки підстилають під основу бурта і натягують на легкий каркас з алюмінію, який кладуть зверху бурта (рис.17).



**Рис. 17. Сховища для тимчасового зберігання зерна**

Для збереження зерна велике значення має підготовка зернової маси до укладання в бурт. Незалежно від вологості вона має бути охолоджена до  $8^{\circ}\text{C}$  і нижче. Це дає змогу запобігти активному розвитку в ній кліщів і комах, а також зменшити можливість виникнення самозігрівання.

Враховуючи властивості зернових мас і вплив на них навколишнього середовища, навіть тимчасово зберігати їх потрібно у спеціальних сховищах.

У типових зерносховищах зерно розміщують у засіках або насипом у купах. Висота насипу зерна основних культур з вологістю до 14 % в холодний період року – не вище 2–2,5 м. Сухе зерно вологості 12–13 % (пшениці, жита) розміщують у силосних сховищах елеваторного типу заввишки до 30 м.

---

---

Зернову масу з доброю сипкістю можна зберігати в різних місткостях. Зберігання зерна в мішках називається *зберіганням у тарі*; у великих сховищах – *зберіганням як без тари, так і в тарі*; у сховищах, бункерного і силосного типу – *зберіганням насипом*.

З метою вирішення фінансових і організаційних проблем останнім часом широко використовується зберігання зерна в герметичних полімерних рукавах (рис. 18). Полімерний рукав має три шари – два білих, потім чорний, діаметр – від 1,65 м до 3м, довжину – 60 ... 75 м. Перед завантаженням зернових рукавів лабораторія визначає початкові показники якості зерна, його температуру, а для сухого насінневого – схожість і енергію проростання.

Дуже важливою є якість полімерних зернових рукавів. Обов'язковими є перевіряння документа (сертифіката) на рукав, дати виготовлення, терміну придатності, умов зберігання до завантаження зерном тощо. Не можна застосовувати рукави, що непридатні для зберігання зерна. Під час наповнення рукавів не дозволено перевищувати норми розтягування (розміри індокативної лінії), встановлені виробником полімерних рукавів. В Україні з 2009 року налагоджено виробництво поліетиленових зернових рукавів. Вітчизняна продукція торгової марки Амбар (виробництва ТОВ “Планета Пластик”) має усі сертифікати та гігієнічні висновки, що засвідчують відповідність якості полімерних зернових рукавів. Залежно від технічних характеристик обладнання для завантаження обирається необхідний діаметр зернового рукава.

Рукави, як правило, влаштовують на бетонних чи асфальтованих майданчиках. Перед завантаженням рукавів проводять розмітку території для дотримання відстані від огорожі до рукава, між рукавами в поперечному напрямі не менше 1,5–2,0 м. Вздовж лінії завантаження рукава на території проводять лінію для підтримування співвісності переміщення завантажувача і трактора, а також паралельності переміщення накопичувача зерна і завантажувача.



**Рис. 18.** Зберігання зерна у рукаві

---

---

Для встановлення рукава на завантажувач він повинен бути з'єднаний з трактором і повинно бути встановлено ручне гальмо (тиск в системі гідравлічного гальма повинен бути не менше  $100 \text{ кг/см}^2$  і не більше  $150 \text{ кг/см}^2$ ).

Рукав виймають з упаковки, встановлюють на майданчик співвісно з завантажувачем, розмотують складки з кінця на відстань близько 2 м, стискають кінець рукава двома дошками або зав'язують міцним шпагатом, підвертають його кілька разів з'єднанням до підлоги так, щоб між з'єднанням і підлогою не було щілини. Другу сторону рукава в складеному вигляді з допомогою крюка і підйомника одягають на округлу раму завантажувача так, щоб нижня частина рукава знаходилася на лотку, слідкуючи за тим, щоб всі нижні складки рукава знаходилися на лотку, а верхні – на рамі. Відстань від підлоги до лотка дорівнює 15 см, що попереджує зворотний потік зерна на лоток.

Завантажувальний лоток фіксують в горизонтальному положенні, зчіпний механізм завантажувача з'єднують з механізмом відбору потужності трактора.

Накопичувач зерна з трактором розміщують збоку паралельно до завантажувача так, щоб випускна труба накопичувача подавала зерно точно по центру приймального бункера-завантажувача.

Після перевірки роботи завантажувача на холостому ході повільно починають подачу зерна, перевіряючи, чи рівномірно по ширині заповнюється рукав і чи по розмітці його кінець лежить на майданчику. Після подачі зерна кінець рукава починає натягуватися, навантажувач і трактор починають рухатися і оператор повинен слідкувати, щоб уникнути травм. Шнек транспортує зерно в кінець рукава, доки завантажувач не почне рухатися, штовхаючи трактор. Одночасно слідкують, щоб зерно рівномірно надходило в приймальний бункер і, щоб рукав, за рахунок натягу від зерна, мав гладеньку поверхню. Ступінь натягу рукава в поперечному напрямі визначають по двох мітках на його поверхні, відстань між якими вказує виробник рукавів (здебільшого 42–44 см).

Синхронність подачі зерна і руху завантажувача забезпечується величиною гідравлічного тиску в системі гальмів навантажувача, який не повинен перевищувати  $150 \text{ кгс/см}^2$ . Від цього тиску залежить тиск зерна всередині рукава, а отже, ступінь заповненості (використання) його місткості.

Прийнято різні способи закриття зернового рукава з одночасною герметизацією:

- за допомогою пластикової стрічки, закручуючи кінець з'єднання для щільнішого прилягання до майданчика;
- з допомогою двох дерев'яних пластин, між якими затискують кінці рукава і збивають цвяхами, а самі з'єднання закручують і притискують щільно до майданчика.

Після завантаження зернового рукава на спеціальній таблиці або на рукаві незмивною фарбою наносять номер згідно з планом розміщення зерна.

Розвантаження зерна проводять відповідно до інструкції спеціального розвантажувача, що гвинтовим конвесром (шнеком) подає зерно в транспортний засіб (спецбункер чи причеп з трактором, автомобіль), який

---

---

синхронно з ним рухається зліва паралельно поздовжній лінії зернового рукава.

За допомогою гідравлічної системи трактора вивантажувальну трубу шнека-розвантажувача піднімають з транспортного в робоче положення; клапан перемикач гідросистеми знаходиться в положенні “Труба”, потім клапан переводять у положення “Вал”.

Вільний кінець зернового рукава повинен мати довжину біля двох погонних метрів для вміщення в нього механізмів розвантаження і закріплення на валу для намотування самого рукава. Його відкривають обережно, так як будь-який поздовжній удар у верхній поздовжній частині може призвести до поздовжнього розриву усього рукава. Якщо вільний кінець рукава короткий і його неможливо закріпити на валу, то необхідно вибрати частину зерна вручну лопатами для забезпечення необхідної довжини. Надалі посередині на висоті 2 м роблять поперечний надріз рукава довжиною близько 20 см і посередині від нього вниз роблять поздовжній розріз.

Перевіряють положення накопичувача зерна (зліва від рукава) для прийому зерна і повільно вмикають карданний вал, доводячи його оберти до 540 об./хв. Після обертання карданного вала (шнеків) гідравлічно активізують тяговий вал. Його швидкість збільшують за допомогою клапана контролю потоку до тих пір, поки рівень потоку зерна в рукаві не стає стабільним. Постійно перевіряють, чи ніж розрізає рукав.

За роботи під валом або над ним створюється виступ зерна, який не повинен перевищувати діаметр вала. Виступ зерна над валом зменшують, закриваючи клапан потоку зерна, а під валом – висотою зчіплюючої скоби.

Слід попереджувати перевантаження розвантажувача, коли шнеки не встигають забирати зерно або коли швидкість вала не узгоджена зі швидкістю шнеків.

Коли шнеки дійдуть кінця рукава, вал необхідно зупинити, а після цього зупинити шнеки. Машину витягують з рукава перемиканням гідросистеми трактора на оберти вала у зворотному напрямку. Кінець рукава з залишками зерна відрізають, трактор з розвантажувачем шнеками наближають до зерна. Закривають дві кришки, що забезпечують нижню частину підйомного шнека, закріплюють ручну розвантажувальну воронку, потім шнеками і лопатою вивантажують залишки зерна (не більше 200 кг).

Таким способом можна зберігати зерно як за оптимальної вологості від 10 до 14%, так і вологості в межах 28–35 % (фуражного призначення) (табл. 3.2). При цьому зернові рукави відрізняються між собою як місткістю, так і щільністю матеріалу, з якого вони виготовлені (табл. 3.3).

Для закладання на зберігання зерна з підвищеною вологістю додатково використовують плющильну машину і відповідний консервант. Після консервування такого зерна і зберігання протягом 21 доби, зерно можна використовувати на фуражні цілі.

Переваги технології зберігання зерна в полімерних рукавах:

- немає потреби в будівництві стаціонарних зерносховищ;



- дозволяє уникати вимушеного зупинення збирання врожаю, через відсутність вільних майданчиків на току;
- вивільнення автомобільного та іншого транспорту;
- відсутність витрат на зберігання (на елеваторі (15–35 % від вартості зерна);
- отримання на виході зерна більш високої якості (за рахунок післязбирального дозрівання в рукавах);
- за використання на фуражні цілі отримання збалансованого корму.

Таблиця 3.2

**Терміни зберігання зерна залежно від вологості його в поліетиленових рукавах**

Вологість	Відмінно	Нормально	Задовільно
до 14 %	6 місяців	12 місяців	18 місяців
14-16 %	2 місяці	6 місяців	12 місяців
більше 16 %	1 місяць	2 місяці	3 місяці

Таблиця 3.3

**Характеристика зернових рукавів різних марок**

Вид/марка	Діаметр, м	Ширина, м	Щільність матеріалу	Довжина, м	Шт. в упаковці	Місткість
TGD 920A	2,7	4,35	200	61	10	до 200 т
TGD 925A	2,7	4,35	200	75	8	до 250 т
CGD 920A	2,7	4,35	215	61	10	до 200 т
CGD 925A	2,7	4,35	215	75	8	до 250 т
CGS 920N	2,7	4,35	240	61	10	до 200 т
CGS 925N	2,7	4,35	240	75	8	до 250 т

Вартість одного рукава зберігання зерна – від 380 €.

*Зерносховища* для тривалого зберігання зерна за конструкційними особливостями поділяють на склади, елеватори та змішаного типу. До першого типу належать звичайні склади, які використовують для підлогового зберігання зерна насипом, а також дообладнані спеціальними перегородками для утворення секцій з метою роздільного зберігання окремих партій насіння.

У сховищах без поперечних перегородок і секцій зерно розмішують на підлозі. Окремі партії насіння ізолюють одну від одної щитами або залишають незайнятою частину підлоги між ними. За такого розміщення насіння коефіцієнт використання складських місткостей різко знижується.

Останнім часом побудовано багато секційних насіннесховищ місткістю 3,2 тис. т. Коефіцієнт використання їх місткості значно вищий, ніж у несекційних, і сягає 75–80 %. *Секція* – це частина простору, відгородженого стінами заввишки 2,5–5,0 м. Як правило, їх обладнують установками для активного вентилявання (канальна, підлогова, переносна) або аерожолобами, а також

---

---

засобами механізації завантаження і часткового розвантаження насіння (верхні і нижні стрічкові конвесери).

Якщо зерно зберігають у тарі, довжина штабеля залежить від розмірів сховища і партії насіння, ширини і довжини трьох–п'яти мішків, висоти – кількості складених вгору мішків (залежно від культури і пори року). Кожну партію зерна вкладають окремо у штабель на дерев'яному настилі, який знаходиться на відстані від підлоги не менш як 10 см. Відстань між штабелями і стінами сховища – не менше 0,75, а між окремими штабелями – 1 м.

У тарі з непроникного матеріалу (щільний папір) зберігають переважно протруєний насінний матеріал, елітне насіння і насіння першої репродукції та насіння, яке має крихку структуру оболонки (арахіс) або легко розколюється при пересипанні (мак, тютюн), каліброване і протруєне насіння кукурудзи або оброблене на спеціальних заводах і в цехах, а також насіння трав, овочеваштанних, ефіроносних, дрібне і сипке насіння технічних та олійних культур.

Основним видом тари для насіння і зерна є мішки з цупких і грубих тканин (джутові, полотняні та ін.), паперові мішки з прокладкою з тканини, крафт-мішки (для протруєного зерна) тощо.

*Бункерні насіннесховища*, на відміну від секційних, мають повністю механізоване як завантаження, так і випускання насіння без застосування ручної праці і пересувної механізації. Цього досягають тим, що днище бункера роблять у вигляді перевернутої піраміди або конуса. Місткість бункерів становить, як правило, 35–50 т за висоти стін від 4 до 9,5 м.

*Силосні насіннесховища* – це залізобетонні або цегляні елеватори заввишки 30–50 м. Більшість їх має спеціальну башту, в якій розміщують необхідне обладнання для завантаження та потокової доробки насіння. Майже всі такі насіннесховища повністю механізовані, а деякі автоматизовані.

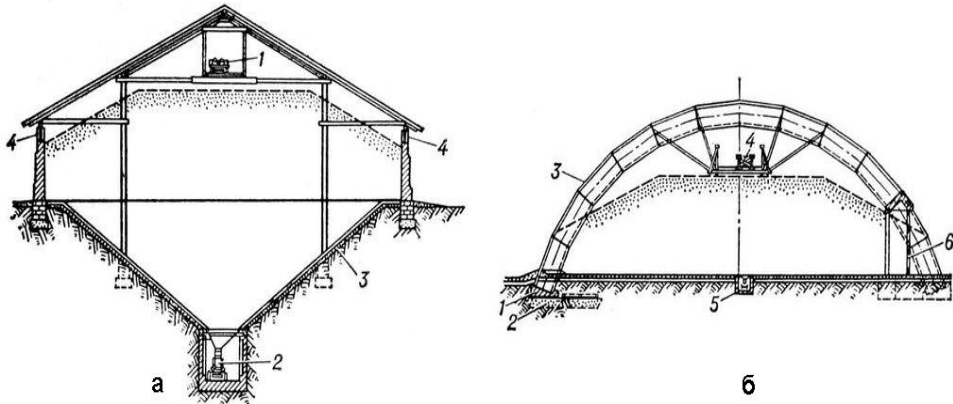
### **3.5. Основні вимоги до конструкцій зерносховищ**

Якість насінного і продовольчого зерна залежить переважно: 1) від первісної якості його; 2) типу сховища; 3) від можливості регулювання фізичних, хімічних і біологічних процесів у зерновій масі під час зберігання у сховищі. Найдовше зберігається сухе й охолоджене зерно. Сховище має бути добре ізольоване від атмосферних і ґрунтових вод та від різких перепадів температури; захищене від проникнення гризунів і комах – шкідників хлібних запасів; мати механізми для завантаження й розвантаження та швидкого переміщення (за потреби) зернових мас; забезпечувати зберігання кількох партій насіння, запобігаючи їх змішуванню. Крім того, у сховищі повинні бути умови для контролю процесу зберігання зерна і насіння та проведення профілактичних і оздоровчих заходів.

Зерносховища будують з різних матеріалів: дерева, каменю, цегли, залізобетону, металу та ін. залежно від місцевих умов, цільового призначення

(для тривалого чи короткочасного зберігання зерна) та економічних міркувань.

У господарствах споруджують *засікові* та *підлогові* зерносховища. Перші – є зручними для роздільного зберігання невеликих партій насінного і сортового, а другі – для великих партій товарного зерна. Будують також *комбіновані* зерносховища.



**Рис. 19. Підлогове зерносховище:**

- а* – з похилою підлогою (1 – транспортер у верхній галереї, 2 – транспортер в нижній галереї, 3 – похила підлога, 4 – вікна);  
*б* – із збірною залізобетону з склепінчастою покрівлею (1 – залізобетонний фундамент, 2 – піщана подушка, 3 – ребриста плита, 4 – транспортер у верхній галереї, 5 – транспортер у нижній галереї, 6 – ворота)

Місткість окремих засіків для зберігання насінного зерна становить не менш як 25 т за гранично допустимої висоти завантаження 3 м. Місткість засіків для зберігання продовольчого і фуражного зерна не обмежується. Засіки розміщують у 2–4 ряди з поздовжніми і поперечними проходами між ними. Ширина поздовжніх проходів – не менше 2, а поперечних – 1,2 м за відстані між ними не більше 18 м. У сховищах для продовольчого і фуражного зерна крайні поздовжні ряди засіків розміщують біля зовнішніх стін, а за зберігання насіння, між засіками і зовнішньою стіною залишають відстань завширшки до 0,5 м.

До сховищ насінного зерна прибудовують навіси для повітряного сушіння і провітрювання або відкриті майданчики для повітряно-сонячного сушіння і теплового обігрівання насіння.

Зерносховища будують, як правило, без вікон. Освітлюються вони через відчинені ворота, які роблять подвійними, та електролампами.

За ступенем механізації зерносховища бувають *механізованими* (із стаціонарними засобами для механізації завантаження і розвантаження зерна), *частково механізованими* (із стаціонарними засобами для виконання однієї операції, частіше для завантаження, що дає змогу забезпечити швидке приймання зерна і насіння та складувати їх насипом максимально допустимої висоти, а розвантаження проводити засобами пересувної механізації) і

---

---

*немеханізованими* (для полегшення робіт застосовують тільки пересувні засоби механізації, візки тощо).

Технологічний процес основних робіт з зерном у зерносховищах супроводжується виділенням пилу та утворенням відходів. Тому слід передбачати у них аспіраційні установки і спеціальні бункери для накопичення відходів. Зерносховище має бути стійким, протистояти тиску зерна та вітру, руйнівній дії повітря навколишнього середовища.

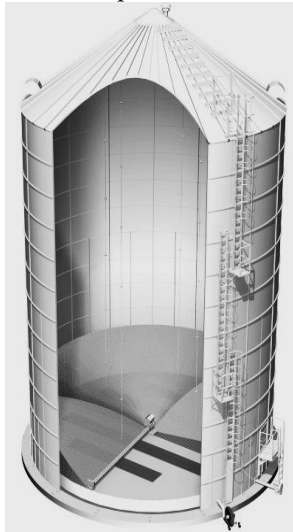
Зерносховища повинні мати добрі під'їзні шляхи, бути оптимально економічними й відповідати вимогам охорони праці, техніки безпеки, виробничої санітарії. Отже, зерносховища – це складне виробництво, яке слід добре знати для того, щоб уміло керувати всім технологічним процесом.

*Зерно- і насіннесховища бункерного типу* найбільше поширені як в хлібоприймальних підприємствах, так і в сільськогосподарських господарствах.

Переваги сховища бункерного типу: у них повністю механізовані процеси завантаження і розвантаження зерна; займають мало місця, в них є можливість складувати зерно і насіння максимально високим насипом та запобігати змішуванню матеріалу.

Економічність зерносховищ значно зростає із збільшенням їх місткості. За місткості понад 2–3 тис. т і більше затрати на 1 т насіння, що зберігається, знижуються на 30–40 % порівняно із затратами в насіннесховищі місткістю від 0,5 до 1,5 тис. т.

*Бункерне насіннесховище* місткістю 1,5 тис. т має два відділення: одне з металевих блоків бункерів вентиляювання загальною місткістю 1,5 тис. т, а друге – для зберігання насіння в мішках. До бункерного сховища з торцевого боку примикає одноповерхова прибудова для зберігання насіння в тарі, де є приміщення для протруювання, затарювання і зважування насіння.



**Рис. 20.** Сховище бункерного типу

Насіннєсховище складається із 44 бункерів, які встановлені в чотири ряди. В над- і підбункерних поверхах змонтовано по два стрічкових конвеєри, кожний з яких обслуговує по два ряди бункерів. Насіння з цеху на верхні конвеєри подається за допомогою двох норій продуктивністю по 20 т/год.

Конструкцією сховища передбачено консервування насіння з підвищеною вологістю штучно охолодженим повітрям. Для цього бункери активного вентилявання дообладнують системою повітророзподільних труб з холодильною машиною.

Таблиця 3.4

**Основні техніко-економічні показники  
насіннєсховища місткістю 1,5 тис. т**

Показник	Всього	На 1 т місткості
Будівельний об'єм, м <sup>3</sup>	7740	5,16
Площа забудови, м <sup>2</sup>	794	0,53
Трудові затрати, людино-днів	4257	2,84
Потужність, кВт	68	0,45
Кількість обслуговуючого персоналу за зміну, осіб	4	0,02

*Насіннєсховища силосного типу* – це елеватори із залізобетону і цегли, спеціально побудовані для зберігання насіння, з висотою силосної частини 12 – 16 м і більше. Як правило, до такого типу сховищ примикає спеціальна башта, де розміщують необхідне обладнання для потокової доробки насіння. У такому сховищі повністю механізовано всі процеси, а в деяких – і автоматизовано.

Насіннєсховище місткістю 3 тис. т (типовий проект 702–38) – силосне з чотирма рядами збірних залізобетонних елементів промислового виготовлення. Висота силосів – 12 м. Можна також побудувати його в комплексі з насіннєсхобним цехом.

Насіння норією продуктивністю 20 т/год подається на автоматичні ваги Д-100-3, потім на верхній стрічковий конвеєр, за допомогою якого надходить у відповідний силос на зберігання. Рівень насіння в силосах, а також його температура контролюються відповідними системами, що розміщені в диспетчерському пункті.

У державній системі хлібопродуктів, на хлібоприймальних пунктах і підприємствах, які переробляють зерно, поряд із складами великої місткості є багато елеваторів.

*Елеватор* – це повністю механізоване зерносховище, призначене для зберігання зерна і виконання необхідних операцій (дод. рис. 3). Сучасний елеватор за потреби забезпечує очищення, сушіння з максимальною ефективністю і надійним забезпеченням збереження зерна. На відміну від складів із стаціонарною механізацією, елеватор є досить компактним завдяки великій висоті споруд. Отже, місткість зерносховища на 1 м<sup>2</sup> площі різко збільшується. В типових зерносховищах на 1 т місткості припадає 2,5–3 м<sup>3</sup> приміщення, а в елеваторах 1,5–1,7 м<sup>3</sup>.

---

---

Елеватор, як повністю механізоване зерносховище, призначений для виконання всіх завантажувально-розвантажувальних робіт, повної технологічної доробки та зберігання зерна. Його можна розглядати як комплексне поєднання основного обладнання та споруд: робоча башта з технологічним і транспортним обладнанням; силосний корпус з транспортним та іншим обладнанням; обладнання для приймання зерна з автомашин, вагонів, суден; обладнання для відпуску зерна на різні види транспорту і зернопереробні підприємства; цех відходів; системи аспірації і видалення відходів.

Робоча башта має висоту 50–65 м, на її поверхах розміщені високопродуктивні зерноочисні машини, аспіраційні пристрої, автоматичні ваги, іноді зерносушарки. Зернові маси зберігаються у *силосах* заввишки до 30 м і більше. Місткість елеватора залежить від кількості силосів, їх висоти й поперечного перерізу. Силоси споруджують з монолітного або збірного залізобетону. Вони бувають циліндричними або прямокутними. Місткість кожного силоса найчастіше від 150 до 600 т, тоді як місткість елеваторів – від 27 до 150 тис. т (залежно від цільового призначення і місця розташування).

Технологічні схеми елеваторів різного призначення (заготівельні, млинові, перевалочні, портові) неоднакові. Загальний вигляд схеми руху зерна на елеваторі такий: зернова маса з приймальних точок, вагонів або суден надходить у приймальну яму, розташовану нижче рівня поверхні землі під баштою елеватора. Звідти потужними ковшовими норіями (100–175 т/год кожна) зерно піднімається у верхню частину башти елеватора, потрапляє на автоматичні ваги, а потім самопливом надходить на зерноочисні машини, розташовані на поверхах башти. Після цього, якщо є потреба, зернова маса направляється у зерносушарку.

Очищене й просушене зерно знову піднімається на верхні поверхи елеватора і розподіленими пристроями спрямовується на стрічкові надсилосні конвеєри. Переміщуючись конвеєрами над силосами, зернова маса висипається в призначений для зберігання силос. Із силосу самопливом (після відкриття засувки) зерно йде на стрічки підсилосного конвеєра, а звідси – у спеціальні відпускні силоси та пристрої для вивантаження на автомашини, у вагони або судна.

Чим більша пропускна здатність елеватора, тим він рентабельніший.

### **3.6. Особливості зберігання зерна окремих культур**

Стійкість зберігання *качанів кукурудзи* залежить від співвідношення маси зерна і стрижнів, зародка і решти частини зернівки, гігроскопічних властивостей стрижнів, обгорток, квіткових оболонки, а також від шпаруватості і теплопровідності насипу кукурудзи.

За однакових вологості і температури зерно кукурудзи дихає енергійніше, ніж зерно інших злаків. Це пояснюється його підвищеною гігроскопічністю через досить розвинений зародок, маса якого становить 8–15 % маси зернини або 1/9 її об'єму. Тому за вологості більше 16 % на качанах швидко розвиваються плісеневі гриби, особливо на качанах, не звільнених від обгорток. За вологості нижче 14–15 % в умовах, коли волога

---

---

розподілена рівномірно, розвиток мікроорганізмів призупиняється. Зниження температури до 0 °С ще більше сприяє сповільненню розвитку плісені.

Розміщують і зберігають зерно з урахуванням його типу, стану і категорії якості (вологості і засміченості). Висота насипу сухого зерна кукурудзи у сховищі не обмежується, але для зерна середньої сухості в теплу пору року (температура вище 10 °С) вона має становити не більше 2–2,5 м. В елеваторах можна розміщувати на тривале зберігання зерно кукурудзи вологістю не вище 14 %. Перед закладанням на тривале зберігання зерно обов'язково охолоджують до температури навколишнього середовища.

Кукурудза різних типів через особливості будови зерна і неоднакову гігроскопічність рогоподібної та борошнистої частин зберігається по-різному. Наприклад, кукурудза кремениста більш стійка до дії зовнішнього середовища і грибних захворювань, а зубоподібна, особливо борошниста, є менш стійкою.

*Зерно проса* підвищеної вологості та з великим вмістом шеретованих і подрібнених зернин зберігається погано, швидко покривається плісенню, пошкоджується мікроорганізмами, внаслідок чого гіркне, самозігрівається, що призводить до великих втрат його під час зберігання і переробки. Щоб запобігти цьому, під час вирощування проса потрібно знищувати бур'яни, своєчасно збирати ворох, організовувати його очищення та сушіння. Зберігати зерно проса і гречки слід у сухих сховищах з належним провітрюванням або в обладнаних активним вентиляванням. Висота насипу має бути не більше 2 м, а за вологості зерна понад 20 % – не більше 1,6 м. Тимчасове зберігання вологого зерна круп'яних можна забезпечити за постійної подачі в насип повітря (за вологості 16, 18, 20, 22 % – відповідно 30, 40, 60, 80 м<sup>3</sup>/т за годину) або обробкою хлорпікрином.

Для *насіння олійних культур* характерним є високий вміст жиру, тому що запасні речовини, які використовуються зародком при проростанні, відкладаються в насінні не у вигляді крохмалю, як у зернових, а у вигляді жирів. Високий вміст жиру в насінні олійних відіграє важливу роль в визначенні режиму його зберігання. Сухе і зріле насіння під час зберігання за низьких температур перебуває у стані спокою, а за підвищення вологості і температури переходить у стан інтенсивної життєдіяльності. Через це зберігати насіння олійних культур складніше, ніж зерно злакових. Його жир не здатний зв'язувати й утримувати вологу так само, як білки і крохмаль. Крім того, на збереження насіння олійних культур значно впливає підвищений вміст у ньому лущених і битих насінин. Останні швидко пліснявють, пошкоджується їх зародок, а жир швидко гіркне, тому що в такі зернини через відсутність плодової оболонки потрапляє велика кількість повітря. Бите й лущене насіння відносять до олійної домішки.

Особливість зберігання *насіння соняшнику* зумовлена тим, що нерівномірна за вологістю маса, яка надходить від комбайнів, внаслідок високої інтенсивності дихання швидко зігрівається. На відміну від зернових, в самозігріванні соняшнику розрізняють чотири стадії: 1 – температура насіння підвищується від 15 до 25 °С – колір, запах та сипкість насіння не

---

---

змінюються; 2 – температура підвищується до 40 °С в результаті дихання насіння та бурхливого розвитку мікрофлори – насіння стає дефектним, покривається плісінню, має затхлий запах, гіркий смак, втрачає блиск, зростає його кислотність, знижується схожість, втрачається сипкість і насип ущільнюється; 3 – температура підвищується від 40 до 55 °С – розвиваються термофільні бактерії, посилюються гіркий смак та затхлий запах, оболонки темніють, ядро жовтіє, схожість досить низька, кислотність зростає до 15–16 мг КОН на 1 г жиру; 4 – температура підвищується до 55 °С і більше внаслідок активної діяльності термофільних бактерій та внаслідок процесів, що розвиваються, кислотність зростає до 30–35 мг КОН на 1 г жиру, дефектність насіння становить 100 %.

Насіння соняшнику надійно зберігається лише за вологості менше 7 % і температурі не вище 10 °С. За вологості 8 % і температурі 20 °С воно може зберігатися 1,5 міс., за 10 °С – 4,5 міс., за 1 °С – понад 6 міс.

Особливо швидко псується травмоване насіння соняшнику (найбільше – високоолійних сортів). Під час збирання вологість смітної домішки удвічі більша за вологість основної маси, на ній багато мікрофлори, тому навіть на короткочасне зберігання вороху насіння можна закладати тільки за режиму охолодження, причому ефективним є лише охолодження за допомогою холодильних машин ХМВ-1-30, Г-100 (Німеччина).

Добре зберігається насіння соняшнику в регульованому газовому середовищі, %: кисню – 1, вуглекислого газу 1,5–2, решта – азот. Гідролітичні процеси уповільнюються, і насіння з вологістю 8 % та з дещо підвищеним кислотним числом (1,3 мг КОН) і температурою 5–10 °С може без псування зберігатись протягом 4 міс., а з вологістю 10 % – лише 50–60 діб.

Самозігрівання насіння олійних культур з підвищеною вологістю відбувається особливо швидко. Це пояснюється тим, що дихає насіння переважно за рахунок жирів, які за окислення виділяють більше теплоти, ніж вуглеводи. Самозігрівання різко знижує якість насіння (ядро темніє, олія гіркне). Особливої уваги потребує насіння ріпаку, сої та рицини в період доробки та зберігання. Основна умова підготовки його до зберігання – доведення до сухого стану.

У період весняного потепління потрібно стежити за тим, щоб не допустити самозігрівання. Для цього всю масу зерна потрібно або обігріти, або охолодити.

*Насіння сої* здатне швидко і в значних кількостях поглинати вологу з навколишнього середовища. Тому зберігати насіння з критичною вологістю 10–12 % можна лише в сухих приміщеннях, де відносна вологість повітря підтримується в межах 60 %. Велика кількість білка в сої створює сприятливі умови для розвитку плісневих грибів, особливо на пошкоджені насінні. Тому насіння, призначене для зберігання, очищають від битих і пошкоджених зернин. Перемішувати насіння сої потрібно обережно, щоб не пошкодити його оболонки.

*Насіння рицини* є дуже крихким, тому легко пошкоджується (особливо вологе й сире) під час обмолочування, очищення і транспортування, що ство-



---

---

рює додаткові труднощі для його зберігання. За роботи з ворохом рицини слід пам'ятати, що насіння містить отруйну речовину рицинін, яка, потрапляючи в організм людини або тварини, викликає тяжкі захворювання. Тому під час роботи з насінням рицини потрібно додержуватись певних заходів безпеки.

Якість *зерна гороху*, навіть при вологості 11–12 %, протягом кількох років зберігання за температури вище 20 °С погіршується, воно темніє і набуває гіркого смаку. У сховищах висота насипу зерна гороху середньої сухості (14–16 %) допускається до 3 м, а вологого (16–18 %) – не більше 2 м. У теплий період року висоту насипу гороху зменшують. Сире зерно зберігати не можна.

Найсприятливішими для гороху є умови при температурі 10 °С, вологості зерна 14–15 % і відносної вологості повітря до 70 %. За вологості зерна більше 16 % утворюється вільна волога, яка зумовлює розвиток плісені. Зберігання протягом трьох років і 10 міс. за температури 4–7 °С і вологості 13–15 % не призводило до зниження кулінарних якостей гороху, сприяло сповільненню біохімічних процесів.

За вологості 16 % і температури 24–25 °С вже через 3 місяці зберігання помітно змінюються кулінарні якості гороху і розвиваються плісеньові гриби, насамперед у тріщинах насіння.

Зерно гороху легко розтріскується від ударів (вологе і сире – менше, сухе – більше). Тому для проведення оздоровчих заходів не можна застосовувати машини ударної дії (зернопульти та ін.), а створювати умови для пом'якшення ударів очищаючи та перемішуючи горох.

Очищене *насіння багаторічних трав* затарюють у мішки масою до 50 кг, дрібне (люцерни, конюшини та ін.) – у подвійні мішки. В мішок кладуть паперову етикетку, а зверху на мішку зазначають назву господарства, де вирощувалося насіння, культуру, сорт, репродукцію, рік урожаю, масу нетто, номер партії, дату упакування, клас. Зашиті мішки складають у невеликі штабелі на щитах і автокаром транспортують до місця постійного зберігання.

Приміщення, де зберігається насіння, має бути сухим і не зараженим хворобами та шкідниками. Кожну партію насіння складають в окремий штабель на дерев'яний настил, розміщений на відстані від підлоги не менше 15 см. Відстань між штабелями і стінами – не менше 0,75 м, а між окремими штабелями – не менше 1 м. Мішки раз у 4 місяці перекладають – верхні ряди кладуть униз, а нижні – вверх. Вологість насіння багаторічних бобових трав не повинна перевищувати 13, еспарцету – 14 %. Зберігання насіння бобових багаторічних трав більше року потребує підтримання вологості не вище 10, еспарцету – 12 %.

*Зберігання сортового і гібридного насіння.* Таке насіння закладають у спеціальні сховища, забезпечуючи його повну схоронність і запобігаючи засміченості іншими культурами або сортами. Насіння еліти й першої репродукції приймають у мішках з пломбами господарств, де його вирощували. Окремо від незаражених і незасмічених розміщують партії насіння, в якому

частина зерен уражена сажкою (до 1 % та від 1 до 2 %; для проса і вівса – до 1 %, від 1 до 2 та від 2 до 5 %).

Для раціонального розміщення насіння другої та інших репродукцій усіх культур під час приймання допускається об'єднувати дрібні партії насіння однієї і тієї самої культури, репродукції, класу, стану за вологістю, засміченістю та зараженістю. Процент сортової чистоти об'єднаної партії вказують за значенням нижчого показника, а посівні якості насіння – за даними аналізу зразків, відібраних у цій партії.

Основну масу насіння нижчих репродукцій на зберігання розміщують насипом у засіках, бункерах, силосах, секціях і відділеннях сховищ. Насіння високих репродукцій зернових культур, а також партій дрібного насіння розміщують у мішках. Висота насипу чи штабеля в період зберігання не повинна перевищувати нормативів (табл. 3.6). Протруєне насіння в паперових мішках дозволяється складати в 20 рядів.

Таблиця 3.6

**Гранична висота насипу насіння за зберігання насипом,  
в засіках і висота штабелів за зберігання в мішках**

Зерно, насіння	Кількість мішків, шт.	Висота насипу у сховищах, м
Пшениці, жита, ячменю, вівса, гороху, рису, сочевиці, кукурудзи	15	3,5
Квасолі та інших бобових (крім гороху і сочевиці)	15	2,5
Проса, сої	15	-
Рицини	12	-
Соняшнику	12	2,0
Багаторічних та однорічних трав	8	-

У насіннесховищах підлогового типу, обладнаних установками для активного вентилявання, висоту насипу зерна зернових культур можна збільшити до 5 м, а для насіння інших культур вона менша приблизно на 30 %.

Для запобігання змішуванню або засміченню забороняється складати в суміжних засіках або штабелях зерно двох сортів однієї культури, а також зерно культур, яке важко відокремлюється, наприклад, жита і пшениці, пшениці і ячменю та ін. Суміжні відсіки складів з насінням різних культур недовантажують до верху на 15 см.

Зберігання насіння в мішках вимагає наступного. У сховищах з асфальтовою або бетонною підлогою мішки укладають на піддони, розміщені над підлогою на відстані 15–20 см. Штабелі мішків складають “двійником” або “трійником”. Ширина проходів між штабелями – 0,7 м, відстань до стін сховища – 0,5–0,7 м. По поздовжній осі сховища за використання штабелевкладача залишають центральний проїзд завширшки 3 м.

Протруєне насіння у крафт-мішках зберігають штабелями по 20 рядів у висоту, в ізольованих приміщеннях насіннесховищ. Насіння, протруєне суспензіями пестицидів з добавками клейких речовин, дозволяється зберігати в закритих бункерах (силосах) заввишки до 12 м.

У сховищах бункерного або силосного типу сухе непротруєне насіння зберігають насипом до 12 м, а за наявності засобів активного вентилявання і дистанційного контролю за температурою – до 30 м для зерна пшениці, жита, ячменю, вівса, гречки і до 15 м для рису, проса й гороху. На кожну партію насіння, розміщеного в зерносховищах у мішках або насипом, на видному місці прикріплюють ярлик.

Для того, щоб запобігти травмуванню та розколюванню зерен бобових культур на сім'ядолі, максимально знижують висоту їх падіння з конвеєрів. Щоб насіння опускалося плавно, використовують гнучкі рукави з брезенту, мішковини та ін., зменшують швидкість руху стрічки конвеєрів до 1,5–1,75 м/с. На конвеєрах уздовж рами встановлюють захисні засоби, що запобігають падінню насіння.

Насіння зернових бобових культур зберігають у мішках, укладених у штабелі, або насипом у засіках (табл. 3.7), а насіння супереліти, еліти та першої репродукції – тільки в зашитих і запломбованих мішках. Кожну партію насіння, упаковану в мішки, складають в окремі штабелі. Насіння другої та наступних репродукцій зберігають насипом у засіках.

Таблиця 3.7

**Висота укладання мішків у штабелі і насипу в засіках залежно від вологості насіння**

Насіння	Вологість, %	Кількість рядів мішків у штабелі, шт., не більше	Ширина штабеля, м, не більше	Висота насипу, м, не більше
Гороху	14	8	2,5	3,0
Квасолі, чини, нуту, бобів люпину	14	8	2,5	2,5
Сочевиці	14	6	2,5	2,0
Сої	12	8	2,5	1,5

Гібридне й сортове насіння кукурудзи в качанах розмішують з урахуванням наявності в одній партії качанів різної стиглості та вологості, підвищеної здатності насипу качанів кукурудзи до вирівнювання температури з навколишнім повітрям і вологообміну з ним. Качани кукурудзи відразу після збирання необхідно сушити, бо після звільнення від обгортків вологі насінини швидко населяють мікроорганізми (переважно плісені), які здатні вже через 72 години істотно знизити схожість насіння.

За відсутності камерних сушарок качани сушать вентиляційними установками. Для збереження насінних якостей кукурудзи в качанах до сушіння їх слід розмішувати у сховищах і під навісами, що обладнані установками для активного вентилявання. Сховища й накриття влаштовують

---

---

з решітчастим настилом, щоб запобігти псуванню нижнього шару качанів. По периметру навісів встановлюють бокові огорожувальні щити. Вентилують підігрітим повітрям.

Качани з вологістю зерна до 16 % розміщують у звичайних зернових сховищах; з вологістю від 16 до 20 % – на складах з установками для активного вентилявання, допускаючи, як виняток, короткочасне зберігання до сушіння під навісами; з вологістю понад 20 % – сушать відразу до вологості 18 %, обмолочують і досушують насіння в шахтних сушарках. Качани кукурудзи продовольчого призначення зберігають у сапетках.

Для пом'якшення удару під час скидання качанів з конвеєрів застосовують фартухи з м'яких матеріалів (брезенту, конвеєрної стрічки тощо), зменшують швидкість руху стрічки конвеєра до 1,5–1,7, а швидкість скребкової гілки самоподавача – до 0,6–0,8 м/с.

Залежно від вологості зерна допускається різна висота насипу качанів за ширини насипу не більше 4,5 м.

За розміщення насіння кукурудзи керуються такими додатковими правилами:

- насіння самозапильних ліній складають окремо за лініями, всередині лінії – за репродукціями і класами, окремо стерильні форми (за типами стерильності), окремо фертильні форми – закріплювачі стерильності й окремо фертильні форми – відновники фертильності;

- насіння простих гібридів розміщують окремо за гібридами, у межах одного гібрида – за поколіннями, класами (окремо стерильні форми – за типами стерильності й окремо фертильні форми – відновники фертильності);

- насіння першого покоління подвійних міжліній, трилінійних, сортолінійних і міжсорткових гібридів розміщують окремо за гібридами, а в межах гібрида – за класами;

- насіння сортів, що є батьківськими формами сортолінійних і міжсорткових гібридів, розміщують окремо за сортами, усередині сорту – за репродукціями, у межах репродукції – окремо за категоріями сортової типовості, а в межах категорії – окремо за класами (окремо стерильні форми – за типами стерильності, окремо фертильні форми – закріплювачі стерильності й окремо фертильні форми – відновники фертильності);

- насіння районованих сортів та гібридних популяцій розміщують окремо за сортами й гібридними популяціями; всередині сорту і гібридної популяції – окремо насіння еліти, I і II репродукцій; насіння сортів та гібридних популяцій III і наступних репродукцій – без поділу за репродукціями.

Для збереження якості насіння потрібно систематично спостерігати за його температурою, вологістю, кольором, запахом, зараженістю і схожістю. Спостереження ведуть за кожною партією, штабелем. Поверхню насипу великих партій умовно розбивають на секції по 50 м<sup>2</sup> і за кожною з них ведуть спостереження, ведучи записи в журналах.

Температура насіння – найважливіший показник нормальних умов зберігання. Підвищення її, не пов'язане з підвищенням температури навколишнього середовища, свідчить про серйозні порушення режиму

зберігання і можливості швидкого псування насіння. Температуру насіння визначають за допомогою термоштанг та електротермометрів у різних ділянках (по площі й висоті) насипу насіння. За висоти насипу понад 1,5 м температуру насіння визначають у трьох шарах: на глибині 30–50 см від поверхні, всередині насипу і біля підлоги. Після кожного замірювання температури термоштанги переставляють у межах засіки або секції на 2 м, щоб поступово обстежити всю зернову масу.

За зберігання насінного зерна частота визначення температури залежить від його стану і періоду зберігання (табл. 3.8).

Таблиця 3.8

**Періодичність спостережень за температурою насінного зерна**

Стан вологості зерна	Періодичність спостережень			
	за свіжозібраним зерном протягом 3 міс з моменту надходження	при температурі насипу		
		0 °C і нижче	0 – 10 °C	> 10 °C
Сухе	раз на 3 дні	раз на 15 днів	раз на 15 днів	раз на 10 днів
Середньої сухості	раз на 2 дні	раз на 10 днів	раз на 10 днів	раз на 5 днів
Вологе	щодня	раз на 7 днів	раз на 5 днів	щодня

Навесні насамперед звертають увагу на характер підвищення температури, особливо у верхньому шарі, який прилягає до південного боку насипу. Якщо температура насіння підвищується швидко і це не пов'язано з підвищенням температури повітря навколишнього середовища, потрібно вжити термінових заходів щодо його охолодження. Стан такого насіння контролюють щодня.

Насіння в насипу перевіряють на зараженість шкідниками хлібних запасів з частотою, яка залежить від його температури та вологості в певні строки (табл. 3.9). У разі виявлення шкідників вживають негайних заходів щодо ліквідації зараженості ними насіння.

Таблиця 3.9

**Строки перевірки насіння на зараженість шкідниками**

Вологість насіння, %	Температура насіння, °C		
	< 5	5 – 10	> 10
до 15	Один раз на 20 днів	Один раз на 15 днів	Один раз на 10 днів
> 15	Один раз на 15 днів	Один раз на 10 днів	Один раз на 5 днів

Один з основних показників придатності насіння для сівби після його тривалого зберігання – схожість (табл. 3.10).

Як видно з табл. 3.10, найдовше зберігається схожість зерна пшениці та кукурудзи, менш довговічне зерно ячменю і вівса, найменш довговічне – жита.

Таблиця 3.10

**Схожість зерна деяких культур залежно від строків зберігання, %**

Зерно	Строки зберігання, роки											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Пшениці	92	95	87	88	74	68	24	3	0	-	-	-
Жита	93	88	65	20	3	0	-	-	-	-	-	-
Ячменю	100	100	97	90	42	5	0	-	-	-	-	-
Вівса	84	71	81	75	59	58	56	54	47	32	0	-
Рису	93	60	18	0	-	-	-	-	-	-	-	-
Кукурудзи	83-99	81-100	85-99	78-99	75	-	-	-	-	-	-	-

Після закінчення строку дії посвідчення про кондиційність насіння або з метою закладання його на тривале зберігання у вигляді страхового або перехідного фонду відбирають зразки для визначення схожості або проведення повного сільськогосподарського аналізу в Державній насінневій інспекції. Згідно із стандартом строк дії посвідчення про кондиційність насіння зернових і олійних культур за схожістю становить 4 міс. Схожість насіння, яке зберігається, перевіряють не рідше одного разу на 2 міс. Показники якості насіння у штабелях, засіках і секціях записують у журнал спостережень та в штабельні ярлики встановленої форми № 91.

**Зниження посівних якостей насіння під час зберігання.** Насіння, яке зберігається на хлібоприймальних підприємствах, в колективних або фермерських господарствах, необхідно захищати насамперед від несприятливих впливів, тобто добиватись не тільки збереження його схожості та енергії проростання, а й поліпшення інших показників якості.

Під час зберігання насіння зазнає різних змін, які призводять до зниження його схожості. У процесі інтенсивного дихання насіння з підвищеною вологістю в насипу накопичується вуглекислий газ, а в клітинах зерна відбувається інтенсивне анаеробне дихання. Продукти дихання, які при цьому виділяються, насамперед етиловий спирт, згубно діють на клітини зародка, тому насіння швидко втрачає схожість. Інтенсивність дихання сухого насіння незначна, і воно може зберігатися тривалий час навіть у високому насипі.

Основним фактором зниження схожості насіння є активний розвиток у зерновій масі мікроорганізмів, кліщів та комах. Часто на перших стадіях активного розвитку плісневих грибів лабораторна схожість насіння ще буває високою, а польова знижується досить різко. В зв'язку з цим зростає роль органолептичної оцінки (за зовнішнім виглядом, запахом), за якою можна

---

---

виявити початкові стадії ознак псування (втрата блиску, посвітління зерна, запах).

Партії насіння, заражені кліщами, переводять у третій клас, оскільки розвиток у зерновій масі цих шкідників завжди супроводжується зниженням як лабораторної, так і польової схожості насіння.

Самозігрівання, навіть на початку його, також істотно знижує схожість зерна. Проростання насіння у зерносховищах – явище неприпустиме під час зберігання насінних фондів.

Посівні якості насіння з підвищеною вологістю під час зберігання погіршуються або втрачаються внаслідок дії низьких температур. Чим більший вміст у насінні вільної вологи, тим помітніший вплив температури нижче 0 °С. Якщо насіння всіх культур вологістю нижче критичної витримує протягом тривалого часу температуру мінус 20–25 °С, то з підвищенням вологості його стійкість різко зменшується. Багато зернин (в результаті нерівномірності за вологістю навіть загалом не дуже вологої маси), маючи вологість 20–22 %, втрачає схожість за температури вже мінус 5–10 °С протягом короткого часу зберігання.

Із продовженням строку зберігання схожість зерна поступово знижувалась, для насіння різних культур зберігаючись неоднаково: для пшениці ярої, ячменю, вівса, гречки – протягом 1,5–3,5 року; озимої пшениці і жита – 1–3 роки; рису, проса, люпину – 1,5–2,5 року; соняшнику – до 1,5 року за умови закладання насіння з вологістю на 2 % нижчою за критичну.

### **3.7. Підготовка зерносховищ до приймання зерна нового врожаю**

Збереженість насіння залежить не тільки від його вологості, засміченості та зараженості комірними шкідниками, а й від стану приміщень для його зберігання. Зерносховища слід утримувати в такому стані, за якого усувалась би будь-яка можливість псування чи погіршення якості зерна продовольчо-фуражного призначення та насінного матеріалу. Якщо відсутні типові сховища, то пристосовують найкращі сухі, добре провітрювані приміщення, обладнані засіками.

Сховища до приймання насіння нового врожаю починають готувати відразу після звільнення їх від насіння або зерна врожаю минулих років. Період між закінченням весняної сівби і початком дозрівання зернових використовують для ремонту та приведення в повну готовність насіннесховищ, механізмів, сушарок, зерноочисних машин, інвентарю.

Зернові склади мають бути сухими. В сирих складах насіння легко пошкоджується пліснями, бактеріями, комірними шкідниками. Сирість на складах пов'язана переважно з близькістю ґрунтових вод або з потраплянням води в приміщення через вікна, двері, щілини у стінах, з покрівлі. Для запобігання проникненню у сховище дощової води навколо нього влаштовують водостічні канали. Якщо сиріють стіни, побудовані з цегли або каменю, то їх із середини обшивають дошками або пресованими плитами на висоту насипу насіння, залишаючи між стіною та обшивкою проміжок 10–20

---

---

см для циркуляції повітря. Якщо у стінах і підлозі складів є тріщини або щілини, в них накопичується пил, в якому можуть жити комірні шкідники. Тому всі виїмки і щілини в стінах та підлозі законопачують просмоленим ганчір'ям, а великі тріщини зашивають рейками або листовим залізом. Дошки розбірних засік очищають, промивають гарячою водою і добре просушують.

Розбите віконне скло на складах замінують цілим і з сонячного боку білять вапном або роблять над вікнами невеликі навіси з дощок чи бляхи, щоб захистити насіння від нагрівання сонячним промінням.

У чистому й незараженому стані мають зберігатись зерноочисні машини, транспорт, тара. Мішки і брезенти зазвичай зберігають в окремих приміщеннях.

Після звільнення складів від насінного матеріалу всі приміщення, інвентар, транспортні засоби очищають від решток насіння та сміття, які спалюють. Після цього проводять хімічну обробку.

Важливо своєчасно виявити зараженість шкідниками сільськогосподарської продукції з тим, щоб вибрати якнайефективніший захід його ліквідації. Об'єктами досліджень на зараженість є: зерно і продукти його переробки; приміщення сховищ, підприємств, лабораторій; приміщення та обладнання потокових ліній для приймання, обробки і відвантаження зерна; зерносушарки; території підприємств; транспортні засоби, інвентар, мішки, брезент.

У період підготовки технічної бази до приймання зерна нового врожаю в господарствах роблять комплексне обстеження всіх перелічених вище об'єктів.

Отже, для запобігання розвитку шкідників хлібних запасів необхідно додержувати встановлених режимів зберігання. В сухих та охолоджених зернопродуктах, що розміщені в чистих і сухих сховищах, шкідники не розмножуються (крім комірного довгоносика).

*Заходи захисту* хлібних запасів від шкідників поділяють на карантинні, запобіжні та винищувальні. Останні можуть бути хімічними та фізико-нехімічними. До нехімічних заходів належать біологічні, мікробіологічні, термічна дезінсекція, очищення зерна, обробка газовими середовищами, до хімічних – фумігація зерна з використанням різних хімічних засобів.

*Карантинні заходи* спрямовані на охорону території країни від проникнення із-за кордону карантинних шкідників, збудників хвороб рослин, насіння бур'янів. Ці заходи проводять органи Державної служби з карантину рослин.

*Запобіжні заходи* спрямовані на запобігання зараженню шкідниками хлібних запасів на хлібоприймальних та зернопереробних підприємствах. Це насамперед заходи, які перешкоджають проникненню шкідників у сховища, додержання правил приймання, розміщення, зберігання, переробки та перевезення зерна, продуктів його переробки і комбікормів. Територію підприємств і сховищ утримують у чистоті. Під час приймання зерна і зернопродуктів заражені партії його розміщують окремо. Для зберігання та очищення тари виділяють спеціальні приміщення.



---

---

*Винищувальні заходи* поділяють на дві групи – *дезінсекція* (знищення комах і кліщів) і *дератизація* (знищення гризунів). До винищувальних належать також *біологічні методи*, які ґрунтуються на використанні природних ворогів, шкідників хлібних запасів. Проте застосування цих методів обмежене, оскільки розведення у зерновій масі одних комах для знищення інших зумовлює додаткову засміченість партій зерна, що зберігається.

*Мікробіологічний метод*, основою якого є використання мікроорганізмів для масового захворювання і загибелі комірних комах і кліщів, вважається перспективним.

*Термічна дезінсекція* – це вплив на шкідників згубних підвищених (під час сушіння) або понижених (за охолодження) температур. Найбільша її ефективність забезпечується на рециркуляційних зерносушарках.

Найпоширеніші *хімічні способи* боротьби з шкідниками хлібних запасів. Використовують переважно хімічні препарати, які називаються *пестицидами*. Основний спосіб застосування пестицидів – фумігація, тобто обробка продукції, що зберігається, газами або твердими речовинами, які утворюють гази. *Аерозольну дезінсекцію* здійснюють пестицидами у вигляді диму або туману, а *вологу* – водним розчином або емульсією. Найчастіше для обробки зерна, що зберігається, і зерносховищ використовують метилхлорид, препарат 242, металилхлорид, фоксин, метилнітрофос, карбофос, трихлорметафос, препарат ДДВФ, шашки “Гамма” та інші.

Для знищення гризунів встановлюють капкани, пастки, різні принади з отрутою, використовують хімічні препарати, природних ворогів гризунів.

За 2–3 тижні до засипання зерна чи насіння нового врожаю проводять знезаражування (дезінсекцію) приміщень свіжогашеним вапном або агрохімікатами (розчинами, аерозолями, емульсіями і суспензіями для вологої дезінсекції та порошкоподібними препаратами); розкладають отруєні принади для знищення гризунів. Використовують агрохімікати згідно із «Списком хімічних і біологічних засобів боротьби з шкідниками, хворобами рослин і бур'янами, які дозволені в сільському господарстві» у рік проведення боротьби.

Вологу дезінсекцію роблять за температури навколишнього повітря не нижче 12 °С. Одночасно з дезінсекцією складів обробляють зовнішні стіни, а також прискладську територію на відстані не менше 5 м. Через три доби після проведення вологої дезінсекції об'єкти, що оброблялись, слід добре провітрити і просушити.

Насіннесховища, які можна загерметизувати, найкраще обробляти аерозолями, тобто штучним туманом, який отримують розпиленням будь-якого мінерального масла з розчиненими в ньому агрохімікатами.

Для знезаражування насіннесховищ використовують також інсектицидні димові шашки “Гамма”. Дезінсекцію сховищ проводять за 7 днів до завантаження у них насіння й зерна. Перед проведенням дезінсекції насіннесховище ретельно очищають, заносять у нього інвентар, мішки,

---

---

брезенти тощо. Ефективність знезаражування насіннесховищ перевіряють через 3–7 діб.

Виявлених у насіннесховищі гризунів (пацюків, мишей) знищують. Найефективніший і найменш трудомісткий спосіб їх знищення – хімічний, включаючи застосування харчових та водних отруєних принад і газову дератизацію. Механічний спосіб (використання різних знарядь для відлову) є допоміжним у комплексі з хімічним.

Харчові отруєні принади розкладають у спеціальні ящики або в нори гризунів. У водні принади додають 20 г цукру на склянку води. Воду наливають шаром 1–2 см у плоску і низьку посудину і обпилюють агрохімікатами. Вибір принад залежить від видового складу гризунів, пори року, застосовуваного агрохімікату. Отруєні принади, які гризуни не поїли протягом 10 днів, збирають і спалюють.

У роботі з агрохімікатами й отруйними приладами слід додержувати певних заходів безпеки: працювати в гумових рукавицях і халатах, окулярах, чоботях. Після закінчення роботи предмети, які використовувались, ретельно промивати.

Після очищення і знезаражування насіннесховищ складають акт про їх готовність до приймання зерна та насіння нового врожаю.

### ***Запитання для самоконтролю***

1. Яке зерно називається сухим?
2. Яке зерно вважають охолодженим?
3. Які способи охолодження зернових мас?
4. На чому ґрунтується режим зберігання зерна без доступу кисню?
5. Для зерна якого цільового призначення можна застосувати режим зберігання без доступу кисню?
6. Що називається хімічним консервуванням зерна?
7. Які фізичні властивості зернових мас покладено в основу конструкцій сховищ?
8. Яке зерно можна зберігати в бунтах?
9. Які технологічні вимоги ставляться до зерно- чи насіннесховищ?
10. У яких типах зерносховищ забезпечується 100 %-на механізація робіт?
11. Які партії зерна зберігають у сховищах складського типу?
12. У чому полягають особливості конструкції насіннесховищ?
13. Як уникнути шарового (бокового) самозігрівання під час зберігання насіння?
14. Коефіцієнт використання яких сховищ є найвищим?
15. Партії якого зерна потрібно зберігати у сховищах з активним вентилуванням?
16. З яких частин та обладнання складаються сховища бункерного та силосного типів?
17. Які заходи боротьби з шкідниками є профілактичними?
18. Як готують тік і сховища до приймання зерна нового врожаю?
19. Від чого залежать природні втрати зерна, що зберігається?

---

---

## РОЗДІЛ 4

# ОСНОВИ ПЕРЕРОБКИ ЗЕРНОВИХ ТА ОЛІЙНИХ КУЛЬТУР



### 4.1. Виробництво борошна

Технологія і техніка переробки зерна від їх зародження та до створення сучасних борошномельних заводів пройшли довгий і складний шлях розвитку.

Спочатку зерно мололи на зернотерках. Поява млинів, що приводилися в дію за допомогою потоку води, характеризує якісно новий етап розвитку продуктивних сил рабовласницького суспільства – створення першої машини з механічним приводом. Лише в X ст. в Європі для приведення в дію млинів почали використовувати силу вітру – з’явилися вітряки. На території України водяні і вітряні млини стали використовувати лише в XV–XVI ст. На початку XIX ст. у млинах почали використовувати нове джерело рушійної сили – пару, що мало важливе значення в розвитку техніки для виробництва борошна.

У 1824 р. батько і син Черепанови побудували паровий двигун продуктивністю чотири кінські сили, який приводив у дію жорна, що переробляли до 90 пудів (15 т) зерна за добу. В 1822 р. механік Марк Міллер створив машину, яка подрібнювала зерно стальними вальцями. У 1834 р. швейцарський інженер Зульцберг вдосконалив конструкцію вальцьового станка, встановивши на ньому чавунні вальці та внісши інші зміни в його конструкцію. З цього часу вальцьові станки почали витісняти млини з жорнами.

Наступними етапами розвитку борошномельного виробництва стало винайдення трієрів, розсівів, сепараторів, аспіраторів. Отже, борошномельне виробництво пройшло шлях майже в шість тисяч років – від ступок і зернотерок до сучасних великих борошномельних заводів.

Для виготовлення хліба використовують борошно із зерна м’якої склоподібної пшениці з достатнім вмістом білка (до 14 %) і клейковиною високої якості. У кондитерській промисловості, навпаки, використовують борошно із пшениці, в якому вміст білка до 9-11 %, а вміст крохмалю великий. Тверда пшениця – основна сировина для виготовлення високоякісних макаронних виробів.

Основна маса пшеничного зерна складається з його внутрішньої частини – ендосперму, з якого одержують найцінніші сорти борошна. Клітини ендосперму містять крохмаль і білкові речовини, а зовнішня оболонка (алейроновий шар) – білок та жири. Для одержання борошна вищого сорту алейроновий шар зерна потрібно видалити, оскільки він погано засвоюється організмом людини.

Зародок зерна містить багато білка, жирів, цукрів, вітамінів та ферментів. Під час переробки зерна на борошно зародок також намагаються виділити, тому що він погано подрібнюється та містить жир, який швидко гіркне, викликаючи швидке псування борошна.

Зовні зерно покрите плодовою і насінною оболонками, кожна з яких складається із трьох шарів. Для одержання високоякісного білого борошна намагаються виділити всі шість шарів оболонок та борідку, оскільки вони майже не засвоюються організмом людини.

Основною сировиною для виготовлення борошна є зерно пшениці і жита, тому що воно має високу харчову цінність. Борошномельна властивість зерна визначається співвідношенням між окремими його частинами та хімічним складом (табл. 4.1, 4.2, 4.3).

Таблиця 4.1

**Масове співвідношення складових частин зернівки пшениці і жита, %**

Складова частина зерна	Пшениця	Жито
Плодові оболонки	4,2-6,3	4,8-5,5
Насінні оболонки	3,1-4,8	1,9-2,8
Алейроновий шар	6,0-10,5	10,0-13,0
Ендосперм	74-85	75-79
Зародок	1,4-3,1	3,4-4,0

Таблиця 4.2

**Середнє значення хімічного складу зерна пшениці**

Зерно і його частини	Вміст, % на суху речовину				
	білка	клітковини	крохмалю та інших вуглеводів	жиру	золи
Ціле зерно	16,06	2,76	76,76	2,24	2,18
Ендосперм	13,91	0,25	84,61	0,78	0,45
Оболонки з алейроновим шаром	28,75	16,20	36,76	7,78	10,51
Зародок	41,30	2,45	34,89	15,04	6,32

## Середнє значення хімічного складу зерна жита

Зерно і його частини	Вміст, % на суху речовину					
	білка	кліткови- ни	крохмалю та інших вуглеводів	жиру	золи	інших речовин
Ціле зерно	14,03	2,36	65,7	1,74	2,02	14,13
Борошнисте ядро ендосперму	12,61	1,88	63,4	1,14	0,42	10,69
Оболонки з алейроновим шаром	16,00	3,70	48,2	2,40	7,36	22,34
Зародок	40,00	4,41	37,6	10,70	6,43	0,16

Зерно жита за своєю будовою і співвідношенням складових частин подібне до зерна пшениці, але існують деякі особливості. Його використовують переважно для вироблення оббивного і сіяного борошна, при виробництві якого не потрібне ретельне відокремлення оболонок від ендосперму. При розмелюванні зерно жита веде себе як пластичне, а не як крихке тіло.

До особливостей хімічного складу зерна жита, на відміну від зерна пшениці, відносять менший вміст білків. Крім того, білки жита не утворюють зв'язної клейковини через наявність у їх складі значної кількості слизу, який і перешкоджає формуванню зв'язної клейковини. Крохмалю в зерні жита менше і він легше клейстеризується порівняно із пшеничним.

За харчовою цінністю житній хліб не поступається пшеничному, до того ж біологічна цінність житнього хліба вища, оскільки білок краще збалансований за вмістом незамінних амінокислот. За однакового виходу борошна в житньому хлібі міститься більше деяких вітамінів та мінеральних речовин.

*Вихід і сорти борошна.* Борошно – цінний продукт помелу зерна, який використовують для виробництва хліба, макаронних і кондитерських виробів, а в невеликій кількості – в текстильній і хімічній промисловості.

За рахунок зернових продуктів людина використовує близько 52-62 % загальної кількості вуглеводів. Рід зерна, з якого вироблене борошно, визначає його вид (борошно пшеничне, житнє та ін.).

Виробничий процес переробки зерна на борошно у великих державних борошномельних заводах і сільськогосподарських млинах залежить від таких факторів: 1) якості зерна, яке надходить на переробку; 2) ступеня досконалості технологічного процесу; 3) стану технологічного обладнання; 4) кваліфікації кадрів.

Борошномельні властивості зерна виявляються в процесі переробки на борошно і визначаються загальним виходом борошна і його якістю. *Виходом називають кількість борошна*, виробленого із зерна в результаті помелу. Вихід виражають у відсотках до маси переробленого зерна. Так, може бути 100 %-й вихід (практично 99,5 %-й), коли все зерно перетворене на борошно, воно неоднорідне за розмірами часточок, до складу яких входить ендосперм з оболонками.

---

---

Борошномельні заводи виробляють борошно різних виходів і сортів. Пшеничне: 96 % – оббивне (односортне); 85 % – другого сорту (односортне); 78 % – двосортне і трисортне; 77 % – односортне (поліпшене другого сорту); 75 % – трисортне; 72 % – першого сорту (односортне); 70 % – двосортне або односортне, житнє: 95 % – оббивне (односортне); 87 % – шеретоване (односортне); 78 % – двосортне; 63 % – сіяне (односортне).

Крім того, виробляють односортне борошно із суміші зерна пшениці і жита: пшенично-житнє (70 % пшениці і 30 % жита) з виходом 96 % і житньо-пшеничне (60 % жита і 40 % пшениці) з виходом 95 %.

Залежно від схеми помелу в межах встановленого виходу можна виробляти борошно одного або кількох сортів. Так, при загальному виході борошна 78 % можна одержати борошно двох або трьох сортів. Загальний вихід борошна переважно становить не менше 70 %, тому що в нормально виповненому зерні пшениці вміст ендосперму досягає 81–85 %.

Порівнюючи біохімічний склад різних сортів пшеничного і житнього борошна, слід зазначити, що найбільш близьким за біохімічним складом до зерна є оббивне борошно. В ньому лише на 0,07–0,1 % менше золи і на 0,15–0,20 % менше клітковини внаслідок видалення невеликої кількості оболонки. Вміст інших компонентів оббивного борошна майже збігається із вмістом їх у зерні.

В борошні вищих сортів міститься менше білка, жиру, клітковини, золи і цукрів порівняно з борошном нижчих сортів. Це пояснюється тим, що борошно вищих сортів формується із внутрішніх шарів ендосперму, які складаються переважно з крохмалю і білків високої якості. Борошно вищих сортів пшениці і жита містить мінімальну кількість вітамінів групи В та мінеральних речовин, що здебільшого знаходяться в периферійних частинах зерна і не попадають у борошно. Тому борошно вищих сортів вітамінізують.

Порівнюючи якість пшеничного і житнього борошна за біохімічним складом та іншими показниками, зазначаємо, що житнє борошно містить на 10–15 % менше білків, які за звичайних умов не утворюють клейковини. Менше в житньому борошні крохмалю в результаті збільшення кількості клітковини, цукрів, слизу, що пов'язано з хімічним складом зерна жита.

*Технологія одержання борошна.* Технологія виробництва борошна складається з: очищення зерна і його підготовки до помелу в зерноочисному; переробки зерна на борошно в розмельному відділеннях.

У розмельному відділенні борошномельного заводу із зернової маси *видаляють* органічні і неорганічні домішки за допомогою сепараторів, аспіраторів, кукіле- та вівсюговідбірних машин, магнітних сепараторів; очищають поверхню зерна від пилу і бруду, видаляють борідку, оболонки і зародок, використовуючи для цього оббивні машини з абразивними та стальними циліндрами, а також щіткові й мийні машини.

У процесі обробітку зерна в зерноочисному відділенні змінюється тільки його зольність на (0,10–0,15 %) внаслідок видалення пилу та бруду, а також частково поверхневих шарів і зародка, які мають підвищену зольність.

---

---

Після очищення другою важливою операцією підготовки зерна до помелу є його *кондиціювання*.

Водно-тепловий обробіток (ВТО), або гідротермічний обробіток, – це сукупність заходів при підготовці зерна до переробки, в результаті яких посилюється еластичність оболонки та послаблюються зв'язки між оболонками й ендоспермом, змінюються біологічні властивості зерна і борошна та якість клейковини, знижується зольність борошна, збільшується активність ферментів.

На характер взаємодії зерна з водою впливають також його сорбційні властивості, параметри вологоносія та навколишнього середовища. Зерно більших розмірів поглинає воду повільніше, тому що його поверхня, віднесена до одиниці маси, є меншою. Зерно з високою склоподібністю поглинає воду повільно, тоді як зерно з борошнистим ендоспермом – досить інтенсивно.

В зерновій масі окремі зерна мають різну водовбирну здатність. Так, за середньої вологості зерна 16,2 %, вологість окремих зерен становить від 12 до 35 %. Вміст вологи в різних частинах зернівки також неоднаковий. Якщо вологість ендосперму менша за вологість зерна на 0,9–1,7 %, то вологість оболонки більша на 8–14 %, причому в ендоспермі вода поширюється повільніше, ніж в оболонках.

Процес взаємодії зерна з водою поділяють на три етапи: початковий – тривалістю 0,5–1 год (відбувається вологонасичення плодкових та насінних оболонок алейронового шару і зародка); основний – тривалістю 5–12 год (волога проникає в ендосперм); заключний – триває добу і більше (завершується розподіл вологи по всіх частинках зернівки).

На кількість води, що поглинається зерном, впливає також температура. Із підвищенням температури його вбирна здатність збільшується. При підвищенні температури підвищується кінетична енергія молекул води і відповідно інтенсивність внутрішнього вологоперерозподілу в зерні.

Вологість зерна залежно від типового складу перед першою дранною системою потрібно підтримувати на рівні 15–16,5 %.

Розрізняють *холодне і гаряче кондиціювання зерна*. Найпоширенішим способом гідротермічної обробки (ГТО) є холодне кондиціювання, яке ділиться на два види: без підігрівання зерна і води та з підігріванням зерна і води.

Холодне кондиціювання без підігрівання зерна і води проводять за умови, коли температура зерна і води не нижче 18–20°C, тобто це характерно для літніх умов. Взимку, коли температура зерна і води більш низькі та утруднюються умови проникнення вологи в зерно, використовують холодне кондиціювання з підігріванням. При цьому температуру зерна доводять до 20–25°C, а води – до 40–50°C. Основним недоліком холодного кондиціювання зерна є необхідність тривалого його відволожування, що потребує будівництва бункерів великої місткості.

Для гарячого кондиціювання використовують спеціальні апарати – кондиціонери. Зерно, зволожене до 14–16 % проходить теплову обробку у кондиціонері за температури 45–57°C. Температурний режим обробки і її

---

---

тривалість (11–12 год) залежать від якості клейковини, склоподібності та інших показників.

Після ГТО зерно змішують за певною рецептурою, тобто складають помельні суміші. Далі зерно через магнітні сепаратори надходить у розмельне відділення.

*Види помелів.* У борошномельному виробництві *помелом* називають сукупність зв'язаних між собою технологічних операцій з переробки зерна на борошно, під час яких намагаються повністю добути із зерна ендосперм у вигляді борошна або подрібнити на борошно все зерно.

Основні принципи помельного процесу – безперервність, послідовність і паралельність ведення технологічних операцій.

Помели бувають разові і повторювальні (багаторазові). Останні, в свою чергу, поділяють на прості і складні. Сортове борошно можна отримати лише за повторювальних помелів, просте – під час разових.

*Разові помели.* Цей вид помелу є найпростішим способом подрібнення зерна на борошно – пропусканням його через подрібнювальний механізм або машину (жорнові посади, молоткові дробарки) для одержання борошна з достатнім ступенем подрібнення. Борошно разового помелу має низьку якість. Усі подрібнені оболонки разом з ендоспермом попадають у борошно, що надає йому темного кольору та зменшує харчову цінність.

Разові помели отримують, подрібнюючи зерно на жорнах, зроблених з природного або штучного каменю (рис. 21). Одне із жорен закріплюється нерухомо (лежень), а друге (бігунок) – обертається з коловою швидкістю 10–12 м/с. Зерно засипається в отвір в центрі бігунка і при його обертанні затягується в простір між жорнами. На робочій частині жорен за певними правилами насічені борозенки завглибшки 7–12 мм, тому зерно при надходженні між жорнами розтирається до складу борошна. Продуктивність жорнового посаду – 100–125 кг зерна на добу на 1 см діаметра жорен. Останні виготовляють діаметром 55, 76, 100 і 120 см. Отже, за діаметра жорен 1 м виробіток досягає приблизно 10–12 т борошна на добу.

Для поліпшення якості борошна разового помелу з нього відбирають деяку кількість крупних оболонок – висівок. Суміш подрібнених продуктів, яку одержують після подрібнення, просівають на буратах або центрифугах (призматичних чи циліндричних рамах, обтягнутих шовковими або металотканинними ситами з певними розмірами вічок) і відібрані сходом висівки направляють окремим потоком. Борошно стає більш однорідним, внаслідок чого якість його поліпшується.

*Повторювальні помели* – це більш досконалі способи помелу порівняно з разовими. Спосіб багаторазового помелу полягає в тому, що зерно подрібнюється не за один пропуск, а поступово, послідовно проходячи через кілька розмельювальних машин. Багаторазові помели можна проводити різними способами: простим (одержується борошно з більшим вмістом частин оболонок) і складним (виробляється борошно з меншим вмістом оболонок зерна, тобто кращої якості).



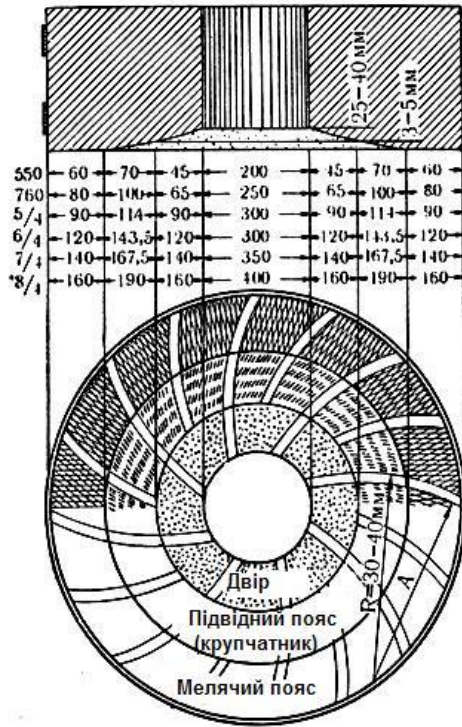


Рис. 21. Розбивка робочої поверхні жорна

Багаторазові помели проводять переважно такими способами:

1. Зерно подрібнюють послідовно в кількох розмелювальних машинах. Після кожної машини подрібнена суміш направляється на просіювання, де з неї висівається готове борошно, а великі часточки направляються у наступні розмелювальні машини. Цей процес повторюють доти, поки всі часточки не перетворяться на борошно. Так одержують оббивне борошно.

2. Після подрібнення зерна суміш просіюють, відбираючи борошно, а також часточки, крупніші за борошно, які залежно від розмірів та якості групують в окремі потоки, після розмелу яких одержують борошно різної якості. Крім борошна, за такою схемою переробки одержують висівки. Цей спосіб використовують також при виробництві житнього борошна – оббивного і сіяного.

3. Якщо одержану суміш після подрібнення розсортовують за розмірами та якістю, обробляють в ситовійних машинах і вальцових станках шліфувальних систем (збагачення), то одержують борошно різних сортів. Помел проводять так, щоб при відділенні оболонки від ендосперму, останній менше подрібнювався. Біле борошно високої якості одержують із спеціально збагачених крупок. Так одержують пшеничне сортове борошно.

*Одержання пшеничного і житнього борошна.* При виробництві борошна процес подрібнення зерна і проміжних продуктів є одним із

---

---

головних, оскільки він впливає на вихід і якість готової продукції. Подрібнення зерна – одна з найбільш енергоємних операцій.

Подрібнення – це процес руйнування твердих тіл під дією ударних або стираючих зовнішніх сил. Розрізняють два види подрібнення: просте, за якого всі складові частини зерна подрібнюються рівномірно для одержання однорідної суміші, і вибіркоче, за якого тверді тіла, неоднорідні за складом, руйнуються для одержання часточок певних розмірів.

У борошномельній промисловості під час простих помелів зерна пшениці і жита, наприклад, на оббивне борошно, використовують метод простого подрібнення, за складних помелів для одержання сортового борошна високої якості – метод вибіркового подрібнення.

Основні вимоги, що ставляться до процесу подрібнення за сортових помелів зерна пшениці і жита, зводяться до одержання максимальної кількості проміжних продуктів у вигляді крупок і дунстів високої якості, їх шліфування та повного подрібнення борошна. Тому процес подрібнення зерна пшениці за сортових помелів складається з трьох етапів: крупоутворення з вилученням оболонки (драний процес), збагачення проміжних продуктів (шліфувальний процес); тонке подрібнення збагачених проміжних продуктів з вилученням оболонки, що залишилися (розмельювальний процес).

Кожний процес, у свою чергу, складається з кількох драних систем, кількість яких визначається видом помелу і технічним оснащенням заводу. Якщо на переробних системах здійснюють подрібнення зерна і його часточок, то такі системи називаються *драними*, або *крупоутворювальними*, і позначаються римськими цифрами (I, II, III і т.д.). Системи машин (вальцеві верстати + розсійники, з дещо іншим режимом роботи), які здійснюють *подрібнення проміжних* продуктів (крупок і дунстів), називаються *розмельними* і позначаються арабськими цифрами (1, 2, 3 і т.д.).

Призначення дрального процесу полягає в тому, щоб добути з ендосперму на перших драних системах максимальну кількість проміжних продуктів у вигляді крупок різних розмірів і дунстів (це середня фракція продукту між дрібною крупою і борошном) з мінімальною зольністю та невеликою кількістю борошна. На наступних драних системах – відокремити від оболонки часточки менших розмірів, які називають крупками і дунстами, а найдрібніші – борошном.

Крупні, середні і дрібні крупки, а також дунсти, значно відрізняються між собою не тільки за розмірами (розмір крупок від 0,35 до 3,25 мм, а дунстів від 0,2 до 0,35 мм), а й за добротністю, тобто відносним вмістом ендосперму та оболонки. Якщо ці суміші подрібнити у вальцюваних станках, то якість виробленого борошна буде низькою внаслідок попадання в нього оболонки, тому основним призначенням процесу сортування крупок і дунстів за добротністю є їх розділення за якістю. Виділення часточок, якість яких близька до якості ендосперму, необхідне для того, щоб одержати максимальну кількість високоякісного борошна з мінімальним вмістом у

ньому подрібнених часточок оболонки зерна. Процес сортування крупок і дунстів за добротністю називається *процесом збагачення*.

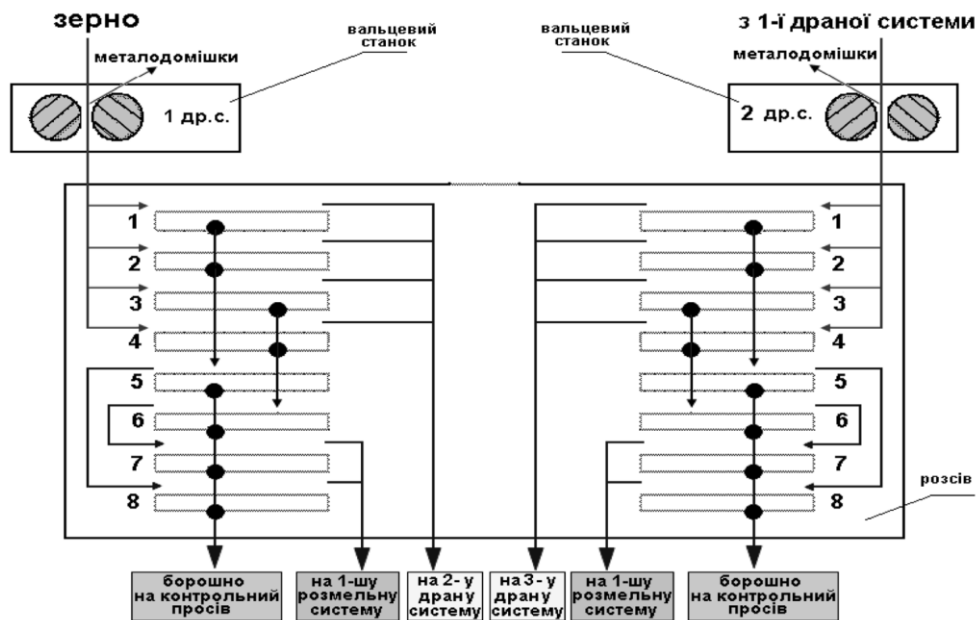


Рис. 22. Технологічна схема драаних систем

Цей процес здійснюється на ситовійних машинах, які розділяють суміш на фракції, що відрізняються аеродинамічними властивостями, розмірами, густиною та формою часточок.

За структурою цей технологічний процес поділяється на системи, які збагачують окремо крупні, середні і дрібні крупки та дунсти.

Принцип дії ситовійних машин – просіювання на плоских решетах в умовах висхідного потоку повітря. При сильній дії повітря та прямолінійно-зворотному рухові ситового корпусу різні компоненти суміші розшаровуються. Повітря, що засмоктується з підрешітного простору, пронизує всі три яруси решіт і надходить в аспіраційну систему. У міру розрихлення шару продукту повітрям часточки з найбільшою густиною переміщуються вниз до решіт, а часточки з найменшою густиною та найбільш шорсткі переміщуються вгору. Часточки, що мають більшу густину, переважно ендосперм (низькозольні), швидко опускаються на поверхню решіт і просіюються.

У результаті збагачення з кожної ситовійної системи можна одержати п'ять–шість продуктів, різних за крупністю та якістю (один–три сходи і один–чотири проходи).

Збагачені в ситовійних машинах крупки залежно від якості направляють на верстати шліфувальних і розмелъних систем для подальшого подрібнення.

---

---

*Шліфуванням* у борошномельному виробництві називається звільнення крупок (крупних, середніх, дрібних) від оболонки, що зрослися з ними, пропусканням через вальцьові станки.

За сортових помелів пшениці залежно від продуктивності заводу використовують п'ять шліфувальних систем. Після шліфування великі крупинки за розмірами стають середніми, середні – дрібними, а дрібні – дунстами. Режим роботи шліфувальних систем повинен забезпечити найповніше відокремлення оболонки від крупок з найменшим подрібненням останніх та мінімальним утворенням борошна (не більше 12–15 %).

Завершальним етапом у технологічному процесі виробництва борошна є *розмельний процес* – подрібнення на борошно крупок та дунстів, одержаних у драному і шліфувальному процесах й звільнених від оболонки при збагаченні. З кожної розмельної системи намагаються одержати максимальну кількість борошна з мінімальним вмістом золи. Вибір кількості розмельних систем залежить від продуктивності борошномельного заводу, виду помелу, міцності подрібнених продуктів, стану розвитку драного, ситовійного і шліфувального процесів. Кількість розмельних систем за сортових помелів пшениці становить 8–14.

*Зберігання борошна.* Борошно – це велика кількість дрібних часточок, що втратили захисні оболонки, у зв'язку з чим воно гірше зберігається порівняно із зерном. Під час зберігання у ньому відбуваються біохімічні та мікробіологічні процеси, які можна поділити на позитивні, що поліпшують якість борошна, та негативні, що погіршують його якість. До позитивних процесів відносять дозрівання і вибілювання борошна. Пшеничне борошно, використане зразу після помелу високоякісного зерна для випікання хліба, має низькі якісні показники. Тісто з такого борошна липке, швидко розріджується, тому хліб утворюється малого об'єму. Лише через певний період зберігання борошно набуває необхідних технологічних якостей. Поліпшення хлібопекарських якостей борошна під час зберігання називається *дозріванням*.

Протягом періоду дозрівання в борошні проходять фізичні, колоїдні і біохімічні процеси. В ньому змінюються колір, кислотність, білково-протеїновий і вуглеводно-амілазний комплекси, вміст вологи та жиру. Важливу роль у підвищенні сили пшеничного борошна під час дозрівання відіграє гідроліз жиру. Ненасичені жирні кислоти, які утворюються при цьому, змінюють фізичні властивості клейковини, зміцнюючи її та тісто. Однією з причин підвищення сили борошна в період дозрівання є зміна білково-протеїнового комплексу під впливом окислювальної дії, насамперед кисню повітря.

Процес побіління борошна відбувається в усіх видів і сортів як пшеничного, так і житнього борошна. Це результат окислення киснем повітря пігментів зерна (каротину і ксантофілу), які при цьому знебарвлюються.

Дозрівання борошна відбувається інтенсивно за температури 20–25°C і практично не виявляється в умовах, близьких до 0°C. Відносно тривалості дозрівання поки що немає точних даних. За одними даними свіжозмелене борошно вищого, I і II сортів при зберіганні в приміщенні, яке не опалюється,

---

---

в мішках, досягає оптимальних хлібопекарських якостей (закінчує дозрівання) протягом 1,5–2 міс., а оббивне борошно в тих самих умовах – через 3–4 тижні. За іншими даними строк дозрівання пшеничного борошна становить 1–2 міс., а житнього – вдвоє менше.

За тривалого зберігання борошна (понад 3–4 міс) та за температури 15°C в борошні з'являються гіркий смак та неприємний запах згірклої олії. Це є наслідком негативного біохімічного процесу, що пов'язаний з розкладанням жиру та його окисленням киснем повітря, внаслідок чого утворюються кислоти, які збільшують кислотність борошна. Крім того, при зберіганні борошно може прокисати в результаті розвитку в ньому бактерій, які зброджують цукор з утворенням кислот, та пліснявіти внаслідок активної життєдіяльності плісневих грибів.

Для зберігання борошна в господарствах виділяють сухі, добре продезінфіковані склади. Борошно затарюють у мішки масою 50 кг й укладають у штабелі заввишки до 6–8 мішків так, щоб вони не розвалювалися (трійником або п'ятериком). Нижній ряд мішків кладуть на дерев'яний підтоварник. Якщо борошно зберігається тривалий час, то через кілька місяців верхні мішки перекладають униз, а нижні – вгору, що запобігає злежуванню борошна, втраті ним сипкості та перетворенню на моноліт.

За умовами зберігання, станом і якістю борошна встановлюють систематичний контроль. Температуру повітря перевіряють щотижня на висоті 1,5 м від підлоги і за потреби продукцію провітрюють щодня. Крім того, раз на місяць перевіряють температуру повітря на рівні нижнього, середнього та верхніх рядів мішків штабеля. Температуру борошна вимірюють при надходженні його на склад, а потім при зберіганні два рази на місяць, якщо температура повітря в складі вище 10°C, і один раз на місяць, якщо вона є нижчою 10°C. Відносну вологість повітря перевіряють у встановлені строки. Температуру і відносну вологість повітря записують у спеціальний журнал.

Для визначення смаку, запаху і зараженості шкідниками борошна від кожного штабеля відбирають середню пробу відповідно до методики, що розроблена стандартом: за температури борошна 10°C і нижче не рідше одного разу на місяць, а за температури вище – 10°C – два рази на місяць. Основним технологічним показником, після якого припиняють подальше зберігання борошна, є його кислотність: для пшеничного – 4°C, для житнього – 4,5–5°C.

## 4.2. Технологія переробки зерна на крупи

Технологічні властивості зерна круп'яних культур поділяють на три групи: загального стану, круп'яних властивостей і споживчої якості крупи.

Показники, які характеризують *загальний стан зерна*, регламентують якість призначеного для переробки зерна за загальними ознаками придатності його для виробництва крупи. До таких показників належать: колір і запах зерна, які повинні бути характерними для нормального здорового зерна; наявність смітних (від 1 % в горосі до 3 % в гречці і просі) і зернових (від 2 %

---

---

в рису та ячмені і до 6 % в просі) домішок; вологість зерна (від 14,5 % для ячменю і 16 % для гречки).

Для деяких культур встановлені мінімально допустимі норми вмісту ядра в зерні як показник можливості одержання нормального виходу крупи. Так, для зерна гречки допустимий вміст ядра не менше 71 %, для проса – 74, для круп'яного вівса – 60 %, для інших культур таке обмеження не передбачено.

Для круп'яного зерна важливими є такі показники, як: плівчастість, однорідність за типовим та сортовим складом, крупність та вирівняність.

*Плівчастість* – це наявність квіткових насінневих або плодових оболонки у зерна круп'яних культур. На плівчастість зерна впливає забур'яненість посівів. Плівчастість зерна виражають процентним відношенням маси виділених квіткових плівок (рису, проса, вівса та ячменю), плодових оболонки (гречки і гороху) до маси чистого зерна. Технологічні властивості круп'яного зерна тим кращі, чим менша плівчастість. Плівчастість – це показник, за допомогою якого можна визначити вміст ядра в зерні та можливий вихід крупи.

*Однорідність за типовим і сортовим складом* є одним із найважливіших ознак круп'яних властивостей зерна, оскільки зерно різних типів і сортів відрізняється за структурно-механічними властивостями. Переробка суміші зерна є неможливою, оскільки вона складається з різних за опірністю до руйнування оболонки ядер, що значно знижує вихід крупи та її якості.

*Крупність і вирівняність* зерна також істотно впливають на вихід і якість крупи. Чим вища крупність зерна, тим кращі його технологічні якості. Крупне зерно краще лушиться і з нього одержують менше подрібненої крупи. Вирівняність за крупністю знижує подрібненість ядра, підвищує вихід та поліпшує якість крупи.

Консистенцію ендосперму зерна пшениці та рису визначають за склоподібністю. В круп'яному зерні вона буває склоподібною, напівсклоподібною і борошнистою. Із склоподібного зерна одержують більший вихід крупи кращої якості, оскільки воно при шеретуванні (облушуванні) та шліфуванні менше подрібнюється.

Залежно від виду зерна круп'яної культури, крупи поділяють на види (пшеничні, ячмінні, вівсяні, кукурудзяні, рисові, гречані та ін.), а від технології виготовлення – на різновиди, номери, сорти.

Технологічні операції, які впливають на формування асортименту крупів, це: 1) термічна обробка (звичайні, із скороченим часом варіння, швидкорозварювані і такі, що не потребують варіння); 2) цілісністю ядра (неподрібнені, подрібнені, плющені); 3) спосіб обробки поверхні (нешліфовані, шліфовані); 4) ступенем обробки, від яких залежить крупність (номери), вміст доброякісного ядра і домішок (сорти).

*Крупи із скороченим часом варіння* одержують з пропареного круп'яного зерна. Для виготовлення швидкорозварюваних крупів проводять зволоження, пропарювання, іноді розплющування і висушування круп деяких культур.

---

---

Крупи, що не потребують варіння, одержують доведенням круп деяких культур до повної кулінарної готовності, здійснивши їх попереднє очищення, миття, сушіння, плющення, а потім висушивши їх до встановленої вологості.

*Пшеничні крупи.* Із зерна пшениці виробляють пшеничні шліфовані і манні крупи. Крупи пшеничні шліфовані поділяють на п'ять номерів – від 1 до 5. Крупи № 1–4 називають Полтавськими. П'ятий номер круп має назву Артек. Крупи № 1 мають розміри, які не набагато менші від розмірів цілого зерна (3–3,5 мм) і видовжену форму. Крупи № 2–5 – це подрібнене зерно. Форма крупів № 2 – овальна, № 3, 4 і 5 – округла. Тривалість варіння крупів – від 15 (Артек) до 60 хв (№ 1). Після варіння їхній об'єм збільшується у 4–5 разів. Крупи Полтавські і Артек на товарні сорти не поділяють. Випускають також пшеничні крупи швидкорозварювані і такі, що не потребують варіння. Манні крупи виготовляють не на крупозаводах, а одержують при сортових помелах зерна пшениці в борошно. Рідше ці крупи виготовляють спеціальним розмелюванням твердої пшениці. Манна крупа має дрібні частинки (1,0–1,5 мм) майже чистого ендосперму. Залежно від виду зерна пшениці розрізняють три марки манних крупів: “М”, “Т” і “МТ”. Крупи марки “М” виготовляють із м'якої пшениці, “Т” – з твердої і “МТ” – із м'якої з домішкою твердої пшениці (дурум).

Тривалість варіння манних круп невелика: марки “М” – від 5 до 8 хв, “Т” – 10–15 хв. У першому випадку крупи мають більший об'єм, у другому – кращі смак і консистенцію. Крупи марки “МТ” за всіма показниками займають проміжне місце між крупами марок “М” і “Т”. Хімічні речовини манних крупів легко засвоюються, тому вони дуже високо ціняться, особливо у дитячому і дієтичному харчуванні. Манні крупи на товарні сорти не поділяють.

*Ячмінні крупи.* Залежно від технології виготовлення крупи з ячменю поділяють на перлові і ячні.

Перлові крупи – це ядро зерна ячменю, вивільнене від квіткових плівок і відшліфоване. Виготовляють перлові крупи п'яти номерів – від 1 до 5. Крупи № 1 мають найбільші розміри (3–3,5 мм), а № 5 – найменші (менші від 1,5 мм). Крупи № 1 і № 2 – це відшліфовані цілі зерна ячменю, а № 3, 4 і 5 – подрібнені, відшліфовані його частинки. Форма перлових крупів № 1 і № 2 – видовжена, колір білий або жовтуватий. Крупи № 3, 4 і 5 мають округлу форму і білий колір з темними смужками на місці борозенки. Випускають також перлові крупи із скороченим часом варіння, швидкорозварювані і такі, що не потребують варіння.

Ячмінні крупи – це частинки подрібненого ядра різного розміру і форми. Для їх виготовлення використовують склоподібний ячмінь. Залежно від розміру крупинок ячні крупи поділяють на три номери: 1, 2 і 3. Крупинок мають неправильну форму, гострі грані і жовтувато-сірий колір. Найбільші розміри крупинок у крупах № 1.

Ячмінні крупи варять 40–50 хв, перлові – значно довше – 60–90 хв. Тривалість варіння залежить від розміру крупинок. Крупи № 1 варять довше, ніж крупи № 2, а крупи № 2 – довше, ніж крупи № 3. Ячні і перлові крупи

---

---

збільшуються в об'ємі у 5–6 разів. У кулінарії їх використовують для приготування каш і супів. Каші з ячних крупів мають в'язку консистенцію, а з перлових – розсипчасту; недоліком перших є те, що вони твердіють після охолодження.

*Вівсяні крупи.* Залежно від технології виробництва розрізняють вівсяні крупи неподрібнені і плющені. Неподрібнені пропарені крупи мають вигляд шеретованих зерен вівса з гладенькою поверхнею. При пропарюванні вони набувають світло-кремового забарвлення. Плющену крупу виготовляють із неподрібнених пропарених крупів пропусканням через рифлені вальці. Такі крупи мають вигляд пластівців 1–1,2 мм завтовшки. На поверхні крупинок помітно рисунки від вальців. Вівсяні крупи характеризуються високими поживними властивостями, добре засвоюються і використовуються для дієтичного харчування. Смакові якості вівсяних каш невисокі. Плющені крупи порівняно з неподрібненими швидше варяться. Крупи пропарені неподрібнені шліфовані і плющені залежно від якості поділяють на три сорти – вищий, перший і другий.

Виробляють також вівсяні крупи для дитячого харчування. Це неподрібнені крупи, одержані із зерна, вирощеного на полях без використання пестицидів.

*Кукурудзяні крупи.* Виготовляють два види кукурудзяних крупів: шліфовані і подрібнені. Шліфовані крупи – це частинки ядра кукурудзи різної форми, одержані після відокремлення плодкових оболонок і зародка, зашліфовані, з заокругленими гранями. Залежно від розміру крупинок кукурудзяні крупи поділяють на п'ять номерів. Найбільші за розміром крупи № 1, найменші – № 5. Крупи подрібнені поділяються на три різновиди: великі, середні і дрібні.

Кукурудзяні крупи варять довго – близько 1 год. При варінні вони збільшуються в об'ємі в 3–4 рази. Каші мають тверду консистенцію і специфічний присмак, що є їхнім недоліком. Кукурудзяні крупи на товарні сорти не поділяються.

*Рисові крупи.* Залежно від технології виготовлення розрізняють шліфовані неподрібнені і подрібнені рисові крупи. Рис шліфований – це оброблені на шліфувальних машинах зерна шеретованого рису. Він має дещо шорстку поверхню, інколи із залишками насінневих оболонок. Рис подрібнений шліфований – це побічний продукт виробництва шліфованого рису, додатково оброблений на шліфувальних машинах. Крупа має биті ядра рису розміром менше 2/3 цілого ядра. Тривалість варіння рисових круп – 30–40 хв. Крупи характеризуються добрим смаком, приємним зовнішнім виглядом, високою засвоюваністю, вони широко використовуються для дитячого і дієтичного харчування. Шліфовані неподрібнені рисові крупи поділяють на сорти: екстра, вищий, 1-й, 2-й, 3-й. Подрібнений рис на товарні сорти не поділяють. Крупи рисові екстра мають білий колір, крупи вищого, 1-го, 2-го, 3-го сортів та дроблені – білий з різними відтінками.

*Крупи з проса.* Із зерна проса виготовляють пшоно. Ця крупа буває тільки одного різновиду – пшоно шліфоване, яке має колір від білого до



---

---

жовтого. Кращими споживними властивостями характеризуються крупи жовтого кольору. Вони мають склоподібне ядро і високі смакові якості. Каша з таких крупів розсипчаста. Крупи білого кольору мають борошністе ядро. Тривалість варіння пшона – 40–50 хв. Крупи при варінні збільшуються в об'ємі в 6–7 разів. Шліфоване пшоно поділяють на три сорти: вищий, 1-й та 2-й. Випускають також пшоно шліфоване швидкорозварюване.

*Гречані крупи.* Залежно від технології виготовлення гречані крупи поділяють на ядрицю (звичайну і швидкорозварювану) та проділ (звичайний і швидкорозварюваний). Крупа ядриця – це цілі ядра гречки, вивільнені від плодових оболонок. Колір крупи зеленкуватий або кремовий. Проділ – це подрібнені крупи, які утворюються при виготовленні ядриці. Швидкорозварювані гречані крупи виготовляють термічною обробкою звичайних гречаних крупів. Тривалість варіння крупи ядриці звичайної – від 30 до 40 хв, швидкорозварюваної – 15–20 хв. Крупа ядриця при варінні значно збільшується в об'ємі – у 5–6 разів. Це підвищує поживні властивості цих крупів. Проділ вариться швидше ядриці (близько 20 хв), однак він характеризується гіршими споживними властивостями. Каша, виготовлена з проділу, має в'язку консистенцію. Ядрицю звичайну і швидкорозварювану поділяють на три товарні сорти: 1-й, 2-й, 3-й. Проділ на сорти не поділяють. Випускають також гречані крупи, що не потребують варіння. Із зерна, вирощеного на полях без використання пестицидів, виготовляють гречану ядрицю для дитячого харчування.

*Крупи з гороху.* Існують такі різновиди крупів гороху – горох лущений цілий полірований; горох лущений колотий полірований.

*Крупи з квасолі.* Насіння квасолі використовують для харчових цілей без попередньої машинної обробки, крім видалення сторонніх домішок. Колір насіння квасолі визначає її використання в кулінарії: як правило, з білонасінної квасолі готують перші страви, з кольорової – другі.

***Одержання, крупи на крупорушках сільськогосподарського типу.*** Процес переробки зерна на крупорушках сільськогосподарського типу – це ряд послідовних операцій: очищення партії зерна від домішок, сортування зерна за крупністю, лущення та відокремлення ядра від плівок, обробка ядра, сортування готової продукції.

Для очищення зерна від домішок застосовують зерноочисні машини, робота яких ґрунтується на використанні різних властивостей зерна і домішок. До таких машин належать: повітряні сепаратори (для виділення домішок, які відрізняються від зерна аеродинамічними властивостями); повітряно-решітні сепаратори (для виділення домішок, які відрізняються від зерна розмірами та аеродинамічними властивостями); трієри (установки для виділення домішок, які відрізняються від зерна за довжиною); каменевідбірні машини; магнітні колонки; оббивальні машини.

У технологічному процесі істотне значення має сортування зерна після очищення перед лущенням. Під час сортування партію очищеного зерна розділяють на фракції за крупністю, що полегшує відокремлення із зерна зовнішніх оболонок в лущильних машинах. Чим краще розсортоване зерно,

---

---

тим вищий ефект роботи машин, оскільки за крупністю зерна встановлюють режим лушення. Крім того, попереднє сортування зерна на фракції підвищує ефективність продуктів лушення, зокрема, виділення ядра. На кількість фракцій, на які сортують зернову суміш, впливають характер і форма робочої зони луцильних машин та умови сортування.

Лушення (шеретування) зерна в круп'яному виробництві – основна технологічна операція виробництва крупи. Від його ефективності залежать вихід і якість виробленої крупи. Основною задачею лушення зерна є максимальне руйнування зовнішнього покриття ядро у луцильній машині при збереженні цілісності ядра.

Відмінність фізико-механічних властивостей круп'яного зерна потребує відповідної дії на нього робочих органів, чим і пояснюється різноманітність конструкцій луцильних машин.

Існує *три способи дії робочих органів на зерно*, внаслідок чого відбуваються руйнування і виділення оболонок.

*Перший спосіб лушення* ґрунтується на стисканні зерна та наступному сколюванні квіткових плівок. Це відбувається між двома достатньо жорсткими робочими поверхнями, відстань між якими менша за розміри зерна, що забезпечує його стискання. Коловий рух робочих поверхнь, одна з яких нерухома, а друга рухома або, навпаки, обидві поверхні рухомі, але рухаються з різними швидкостями, приводить до сколювання оболонок та вивільнення ядра. Такий спосіб лушення ефективний для зерна, у якого оболонки не зрощені з ядром – рис, просо, овес, гречка. Основними машинами, в яких використано цей спосіб, є луцильні посади або вальцьодекові верстати.

*Другий спосіб* лушення ґрунтується на відокремленні плівок внаслідок одноразових або багаторазових ударів зернівки об тверду поверхню. Зерно через приймальний патрубок потрапляє на обертові бичі, які відкидають зерно на абразивну поверхню. При ударі об абразивну поверхню в зернах частково відокремлюються плодова оболонка, борідка та зародок. Змінюючи кут нахилу обертових бичів, можна прискорити або сповільнити проходження зернівки в машині, а змінивши відстань між бичами та абразивною поверхнею, змінити інтенсивність лушення зерна.

Цей спосіб найбільше використовується для лушення зерна, в якого плівки не зрослися з ядром, а ядро достатньо пластичне і не руйнується при ударі (овес, ячмінь), а також для лушення зерна з крихким ядром при одержанні подрібненої крупи – перлової, ячної. Машини, які працюють за цим способом лушення, називаються оббивальними.

*Третій спосіб* ґрунтується на поступовому стиранні оболонок у результаті тертя зерна об шорстку рухома поверхню. Цей спосіб використовують для лушення зерна, в якого плівки щільно зрослися з ядром – горох, рис, пшениця, кукурудза. Основна машина – луцильна шліфувальна.

Після лушення зерна одержують суміш різних продуктів, які умовно поділяють на п'ять фракцій: перша (основна) – лушене зерно, або ядро; друга – зерно, що залишається нелушеним; третя – відокремлені зовнішні

---

---

плівки; четверта – подрібнене ядро; п'ята – борошенце, тобто частина ядра і плівок, подрібнених на дрібні часточки.

*Борошенце і подрібнене ядро* видаляють при сортуванні на решетах, а лушпиння відвіюють за допомогою аспіраторів. Важливою технологічною операцією в процесі виробництва крупи є розділення суміші лущеного і нелущеного зерна – круповідокремлення. В круповідокремлювальних машинах використовують різницю в масі лущених і нелущених зерен, що забезпечує можливість самосортування суміші, за якого лущене зерно опускається в нижні шари суміші, а нелущене – знаходиться на поверхні.

Як правило, лущене зерно (ядро), за винятком ядра гречки, – це напівфабрикат. Ядро стає крупою після його шліфування та полірування, тобто відокремлення оболонки, що залишилися, і частини алейронового шару. Процес шліфування полягає в поступовому стиранні зовнішніх частин ядра внаслідок інтенсивного тертя об абразивну або іншу жорстку поверхню та взаємного тертя ядер. Полірування переважно поліпшує зовнішній вигляд крупи, під час якого з поверхні ядра видаляється борошенце, що залишилося після шліфування, згладжуються подряпини, крупа стає більш світлою.

Для полірування застосовують ті самі машини, що й для шліфування, але використовується дрібніший абразивний матеріал.

На сучасних круп'яних заводах поряд з механічною обробкою зерна застосовують обробку водою і паром. При гідротермічній обробці зерна полегшується відокремлення оболонки при лущенні, знижується подрібнення ядра, поліпшуються споживчі якості крупи, скорочується тривалість її варіння, консистенція каші стає більш розсипчастою, підвищується стійкість крупи при зберіганні в результаті інактивації ферментів, які викликають псування крупи.

Найпоширенішими *способами гідротермічної обробки* є: пропарювання – сушіння – охолодження, зволоження – відволоження.

*Перший спосіб застосовують* для обробки зерна гречки, вівса і гороху. Особливістю цього способу є використання високої температури (> 100°C) для нагрівання зерна при пропарюванні. Одночасно відбуваються зволоження і прогрівання зерна, часткова клейстеризація деякої частини крохмалю, а також пластифікація ядра, яке стає менш крихким та менше подрібнюється під час лущення та шліфування.

Наступне після пропарювання зерна сушіння збезводнює більше зовнішні клітини, які, втрачаючи вологу, стають більш крихкими і легше розколюються при лущенні. Крім того, в процесі пропарювання і сушіння зерна відбуваються диференційні зміни, які сприяють відокремлюванню оболонки.

Охолодження після сушіння додатково знижує вологість зерна, тому слід враховувати, що холодні оболонки стають більш крихкими.

*Другий спосіб* гідротермічної обробки – зволоження – відволоження – застосовують переважно для зерна пшениці та кукурудзи. Зерно зволожують до 15–16 % або в спеціальних апаратах, або в пропарниках безперервної дії за низького тиску пари. Зволожене зерно відволожують у бункерах протягом 8 год.

---

---

*Вимоги до якості крупи.* Якість одержаної крупи визначається її хімічним складом, технологічними та споживчими властивостями. Особливістю хімічного складу крупи є підвищений вміст вуглеводів (65–77 % на суху речовину), білка, чим пояснюється висока енергетична цінність (1,3–1,5 МДж в 100 г крупи).

Якість різних видів круп оцінюють за такими показниками: смак, запах, колір, вологість, вміст різних домішок, у тому числі і металомагнітних домішок, вирівняність за крупністю, вмістом, доброякісністю ядра і нелущених зерен. Для окремих видів круп додатково визначають зольність (кукурудзяна крупа та вівсяні пластівці), кислотність (вівсяні пластівці), вміст зародка (кукурудзяна крупа).

Смак, запах і колір крупи характеризують її свіжість. Ці показники визначають *органолептично*. Колір крупи повинен відповідати кольору ядра переробленого зерна.

Ядриця і проділ гречаної крупи, що швидко розварюються, мають коричневий колір завдяки термічній обробці зерна. Однак колір, смак і запах крупи змінюються після пліснявіння або самозигрівання. За тривалого зберігання крупа набуває гіркого або кислого смаку внаслідок згіркнення та пересихання.

*Вологість крупи* нормується для кожного виду, %: вівсяної – 12,5, рисової – 15,5. Її встановлюють, виходячи із споживчих властивостей та умов зберігання. *Зараженість крупи* не допускається. Вміст різних домішок визначають для всіх видів круп. До домішок відносять: металомагнітну, сміттєву, пошкоджені ядра, запах крупи, нелущені зерна, борошняну та ін. *Кількість доброякісного ядра* нормується стандартом і є основною ознакою сорту крупи. Наприклад, в ядриці першого сорту стандартом передбачено вміст доброякісного ядра 99,2 %, для другого сорту – 98,4, в проділі – 98,3 %.

Для кожного виду крупи нормується *вміст нелущених зерен*, тобто не звільнених від квіткових (рис, просо, овес, ячмінь), плодових (гречка) і насінневих (горох) оболонок. Вони погіршують якість крупи, товарний вигляд та споживчі властивості, збільшують кількість незасвоюваної клітковини та зольних речовин.

*Кулінарні властивості* крупи оцінюють за якістю каші – за кольором, смаком, структурою, тривалістю варіння, коефіцієнтом розварюваності (відношення об'єму каші до об'єму крупи до варіння), консистенцією (розсипчаста, в'язка).

*Зберігання крупи.* Зберігання крупи має свої особливості. Розміри часточок крупи значно більші порівняно з часточками борошна. Крім того, у них менша щільність порівняно із зерном, що є наслідком механічної дії під час переробки.

На початкових стадіях зберігання крупи біохімічні процеси більш інтенсивно проходять у периферійних її частинах. У крупи відсутній період дозрівання, який характерний для пшеничного борошна. В крупі, на відміну від борошна, інтенсивніше відбуваються процеси окислення, тому що в ній міститься більше ліпідів. Продукти окислення ліпідів, взаємодіючи з іншими

---

---

речовинами крупи, утворюють різні комплекси та сполуки, внаслідок чого крупа гіркне, тривалість її зберігання знижується.

Під час зберігання крупи на процеси окислення впливають також її хімічний склад, активність ферментів та умови зберігання, здебільшого вологість і температура. *Найшвидше піддається псуванню крупа з вівса і проса*, особливо та, яка не пройшла гідротермічної обробки. Збагачені крупи залежно від їх складу і температурних умов можуть зберігатися 4 міс і більше.

Для всіх видів круп при зберіганні характерне значне *збільшення кислотності*, яка є показником якості (свіжості) крупи. Вона (кислотність) корелює з кислотним числом жиру та зміною смакових якостей каші.

Крупу з пшениці, гречки, рису та гороху потрібно зберігати штабелями не більше 10 мішків за температури більше 10°C та вологості до 14 %, а якщо вологість вища – штабель повинен бути заввишки до 8 мішків. Якщо крупу зберігають за температури нижче 10°C, то штабель можна збільшити до 12, а за температури 0°C і нижче – до 14 мішків.

Крупу вологістю 13 %, в якій вміст жиру 6–8 %, зберігають заввишки штабеля 8 мішків за температури вище 10°C або більше 10 мішків за температури нижче 10°C.

Температуру і відносну вологість повітря в складі перевіряють на висоті 1,5 м від підлоги, причому температуру повітря перевіряють один раз у 7 днів, а за систематичного провітрювання – щодня.

Температуру крупи вимірюють при її надходженні на склад, а потім один раз у 15 днів за температури повітря вище 10°C і один раз за місяць за температури нижче 10°C. Якщо вологість крупи 14–15 %, а температура повітря вище 10°C температуру крупи контролюють кожні 5 днів.

Зараженість шкідниками, запах та смак контролюють один раз у місяць за температури нижче 10°C і один раз у 15 днів за температури зберігання вище 10°C. Вологість перевіряють один раз у місяць.

### **4.3. Виробництво хліба**

Хліб – один із основних продуктів харчування людини. Потреба в хлібі становить у середньому від 300 до 500 г на добу і залежить від віку людини, характеру праці, національних особливостей та економічних факторів (табл. 4.4).

В Україні виробляється щорічно близько 6685 тис. т хліба та хлібобулочних виробів, що становить 128,6 кг на душу населення.

Цінність хліба полягає в тому, що він містить майже всі поживні речовини, необхідні людині. За правильної технології виробництва вся маса хліба (100 %) є їстівною. Майже половину сухих речовин хліба становлять вуглеводи (45–55 %), з яких основним є крохмаль. Залежно від сорту борошна хліб містить 5–8 % білків (табл. 4.5).

За рахунок житнього і пшеничного хліба людина задовольняє свою потребу в білках на 25–30 %, у вуглеводах – на 30–40 %.

Таблиця 4.4

## Рекомендовані норми споживання хліба

Вік, роки	Споживання хліба, г/добу		Співвідношення споживання пшеничного і житнього хліба
	пшеничного	житнього	
1 – 1,5	50	15	3,3 : 1
1,5 – 3	85	30	2,8 : 1
3 – 5	100	40	2,5 : 1
5 – 7	125	50	2,5 : 1
7 – 11	150	75	2,0 : 1
11 – 14	200	125	1,6 : 1
14 – 17	225	150	1,5 : 1
18 – 60	150 – 250	150 – 250	1 : 1
60 і старше	70 – 100	100 – 150	0,75...0,65 : 1

Таблиця 4.5

## Середній хімічний склад хліба і хлібобулочних виробів, %

Продукт	Вода	Білки	Жири	Вуглеводи	Клітковина	Зола	Калорійність, кДж
Хліб пшеничний формовий із оббивного борошна	44,3	8,1	1,2	42,0	1,2	2,5	853
Хліб пшеничний формовий із борошна другого сорту	41,2	8,1	1,2	46,0	0,4	2,0	924
Хліб пшеничний подовий із борошна другого сорту	39,5	8,3	1,3	48,1	0,4	2,0	953
Хліб пшеничний формовий із борошна вищого сорту	37,8	7,6	0,6	52,3	0,1	0,3	979
Хліб пшеничний формовий із борошна першого сорту	39,5	7,6	0,9	49,7	0,2	0,3	949
Хліб житній простий формовий із оббивного борошна	47,5	6,5	1,0	40,1	1,3	2,5	798
Хліб житньо-пшеничний простий формовий із оббивного борошна	46,9	7,0	1,1	40,3	1,1	2,5	811
Батони із пшеничного борошна першого сорту	37,2	7,9	1,0	51,9	0,2	1,5	991
Булочки городські із пшеничного борошна першого сорту	34,3	7,7	2,4	53,4	0,2	1,6	1067

---

---

Біологічна цінність хліба зумовлюється повноцінністю білків, кількістю вітамінів, зольних елементів тощо. В 100 г хліба міститься 5–8 г білка.

Фізіологічна цінність білків хліба з борошна вищих сортів становить 20–25 % норми. За даними ФАО, білки житнього хліба краще збалансовані порівняно з пшеничним.

Важливим показником біологічної цінності хліба є наявність у ньому вітамінів. Хліб – основне джерело вітамінів групи В, РР, Е. З мінеральних речовин у хлібі є фосфор, кальцій, залізо, магній та ін. За вмістом вітамінів і зольних елементів хліб із низькосортного борошна, і особливо оббивного, переважає хліб, випечений із борошна вищих сортів.

Хліб відрізняється від багатьох інших продуктів харчування тим, що він добре засвоюється. Висока засвоюваність речовин, що містяться в хлібі, пояснюється тим, що він має пористу, м'яку, еластичну та нелипку м'якушку, в якій знаходяться денатуровані білки, частково клейстеризований і розчинений крохмаль, сильно розм'якшені оболонкові часточки зерна. Тому всі компоненти хліба є легкодоступними для дії ферментів травного каналу.

Енергетична цінність хліба досить висока. Так, 100 г його залежно від виходу і сорту борошна та рецептури тіста дають організмові 798–1390 кДж, що покриває потребу в енергії приблизно на 35 %.

Виробництво хліба почалося давно. Вчені стверджують, що ще в часи мезоліту (10–15 тис. років тому) людина почала вирощувати злакові культури. Спочатку люди їли сире зерно, але з появою вогню вони з'ясували, що підігріте на ньому зерно має приємний смак. Так людяна стала випікати перепічки, а згодом і хліб.

З давніх часів хліб цинився дуже високо. В стародавньому Єгипті сонце, золото і хліб позначали однаково – колом з крапкою посередині. В Римі раб, який умів випікати хліб, коштував у десять разів дорожче за найкращого гладіатора.

Пройшло ще багато століть, перш ніж у тісто почали добавляти дріжджі, які перетворили жорстку перепічку на пишну і м'яку булку.

*Хлібопекарські властивості борошна.* Хлібопекарська якість пшеничного борошна переважно визначається такими його властивостями: 1) газоутворювальною здатністю; 2) можливістю утворювати тісто з певними структурно-механічними властивостями; 3) кольором борошна і здатністю його до потемніння в процесі виготовлення тіста.

*Газоутворювальна здатність борошна* характеризується кількістю вуглекислого газу, що виділяється за встановлений період часу при бродінні тіста, змішаного з певною кількістю борошна, води і дріжджів. Вона зумовлена вмістом у ньому власних цукрів та цукроутворювальною властивістю.

Відомо, що цукри в зерні розподіляються нерівномірно. Вміст цукрів у центральній частині (ендоспермі) зерна значно нижчий порівняно із зародком, алейроновим шаром з прилеглим до нього зовнішнім шаром. Тому, чим менший вихід даного сорту борошна, тим менше в ньому міститься часточок периферійних шарів зерна та менший вміст у борошні цукрів. Загальний вміст у пшеничному борошні зброджувальних дріжджами цукрів

---

---

залежно від складу зерна і виходу борошна становить 0,7–1,8 % на суху речовину. Найбільше міститься сахарози і мало редуруючих цукрів – глюкози, фруктози, мальтози.

*Цукроутворювальна здатність борошна* – це властивість приготуваної з нього водно-борошнистої суміші утворювати за відповідної температури і за встановлений час певну кількість мальтози, яка зумовлює дію амілолітичних ферментів борошна на крохмаль. Вона залежить як від кількості амілолітичних ферментів (і  $\beta$ -амілази), так і від розмірів, характеру складових частинок борошна і крохмальних зерен в цих частинках.

У нормальному, непророслому зерні міститься достатня кількість  $\alpha$ -амілази, тому цукроутворювальна здатність борошна залежить від доступності дії ферментів на крохмаль борошна. Доступність, або “атакуємість”, борошна для дії ферментів залежить переважно від стану часточок борошна. Чим дрібніші часточки борошна і чим краще вони подрібнені, тим доступніші для дії на них  $\alpha$ -амілази.

Встановлено, що в газоутворенні, що відбувається при бродінні тіста, беруть участь як власні цукри, так і цукри, які утворюються в тісті. Однак власні цукри борошна відіграють важливу роль тільки на початку бродіння тіста, тоді як успіх технологічного процесу виготовлення хліба зумовлюється газоутворенням наприкінці бродіння, під час розстоювання та на початку випічки.

Газоутворювальна властивість борошна впливає на об’ємний вихід хліба, пористість і колір.

На процес виробництва хліба крім газоутворювальної здатності значною мірою впливають структурно-механічні властивості тіста.

Властивість борошна утворювати після замішування, в ході бродіння, а також розстоювання тісто з певними структурно-механічними властивостями умовно називають *силою борошна*. *Сильним вважають борошно*, яке здатне поглинати при замішуванні тіста нормальної консистенції відносно велику кількість води.

*Найбільший вплив на структурно-механічні властивості тіста мають білки зерна*. Крім білків, на структурно-механічні властивості тіста впливають вміст (у пшеничному борошні близько 70 %) та стан крохмалю, причому чим більше в борошні крохмалю, тим нижчий вміст білкових речовин, тим слабкіше борошно. З іншого боку, чим дрібніші крохмальні зерна, тим більша їх поверхня і тим більше води вони адсорбують при утворенні тіста.

На структурно-механічні властивості борошна впливають також ліпіди, які зміцнюють структуру білків.

Споживач, як правило, звертає увагу на колір м’якушки хліба із сортового пшеничного борошна, віддаючи перевагу хлібу із світлішою м’якушкою, колір якої залежить від кольору борошна. Колір борошна визначається кольором ендосперму зерна, з якого змелене борошно, а також кольором та кількістю в борошні периферійних часточок зерна.



---

---

Здатність борошна до потемніння під час переробки зумовлюється вмістом у ньому тирозину, при окисленні якого ферментом тирозиназою утворюються темнозбарвлені меланіни.

*Житнє борошно.* Хлібопекарська якість житнього борошна порівняно з пшеничним має ряд особливостей. Воно містить на 10–15 % менше білків, причому білки житнього борошна у звичайних умовах не утворюють клейковини і вона не відмивається. Для білків житнього борошна характерна більша частка водо- і солерозчинних фракцій, які здатні набухати до 50–52 % їх загальної маси.

Житнє борошно містить 80–85 % вуглеводів – крохмалю, цукрів, слизів (пентозанів) і клітковини. Воно характеризується нижчою температурою клейстеризації крохмалю та більшою кількістю ферментів, що забезпечує інтенсивний процес цукроутворення у тісті. В'язкі властивості житнього борошна – результат набухання крохмалю та гідратації слизу. Слизі жита дуже гідрофільні, їх об'єм при гідратації збільшується на 800 %. Житнє борошно відрізняється також підвищеним вмістом власних цукрів, тому цукро- і газоутворювальна його здатність завжди досить висока.

Хліб із житнього борошна – меншого об'єму, має темну м'якушку, яка більш липка. Темний колір зумовлюється тим, що периферійна частина зерна жита багата на фермент поліфенолоксидазу. При дії його на амінокислоту тирозин, яка є у великій кількості в житньому борошні, утворюються темнозбарвлені речовини – меланіни.

До цінних особливостей житнього борошна відносять також підвищений вміст у ньому йоду і фтору.

*Технологія приготування хліба.* Пшеничне тісто готують із борошна, води, солі, дріжджів, цукру, жирів та інших видів сировини. Перелік і співвідношення окремих видів сировини, що використовуються для виробництва хліба, називається *рецептурою*. В рецептурі хліба і хлібобулочних виробів кількість води, солі, дріжджів та іншої сировини виражають у кілограмах на 100 кг борошна.

Рецептура основних сортів пшеничного хліба і хлібобулочних виробів приблизно складається з таких видів сировини, кг: борошно – 100; вода – 40–70; дріжджі – 0,5–2,5; кухонна сіль – 1,3–2,5; цукор – 0–20; жир – 0–13. Рецепттура деяких сортів хліба і хлібобулочних виробів передбачає використання інших видів сировини – яєць, ізюму, молока, маку, ванілі та ін.

Виробництво хліба складається з п'яти тісно пов'язаних між собою технологічних етапів: 1) підготовки сировини; 2) приготування і обробки тіста; 3) випікання; 4) охолодження; 5) зберігання хліба.

*Підготовка сировини.* Для одержання тіста нормальної консистенції потрібно, щоб сировина відповідала вимогам хлібопечення і була підготовлена належним чином. *Підготовка борошна* – це 1) складання сумішей, 2) проведення змішування, 3) просіювання і 4) магнітне очищення. Борошно просіюють на спеціальних машинах, на яких встановлюють магнітні ловушки. Просіювання запобігає попаданню в тісто різних домішок, а також випадковому зараженню шкідниками. Крім того, під час просіювання відбувається

---

---

аерування часточок борошна – насичення їх киснем повітря, який на початку бродіння використовується дріжджами для аеробного дихання.

У хлібопеченні використовується вода, яка за якістю повинна відповідати вимогам питної води, не містити шкідливих домішок і хвороботворних мікроорганізмів, тому що багато з них зберігається при випіканні і хліб може стати джерелом захворювань. Оскільки в технологічному процесі хлібопечення велику роль відіграють процеси бродіння, кип'ячену воду використовувати не можна, тому що в ній майже немає розчиненого повітря, яке необхідне для життєдіяльності дріжджів.

Кухонна сіль також повинна відповідати вимогам стандарту на харчові цілі. Сіль, що застосовують у хлібопеченні, надає смаку хлібові, а також поліпшує фізичні властивості тіста. Підготовка солі полягає в попередньому розчиненні її у воді та фільтруванні розчину. При використанні крупнозернистої солі її перед розчиненням промивають. Сіль потрібно зберігати в сухому приміщенні з вологістю повітря не більше 75 %.

Якість хліба залежить переважно від ступеня і правильності його розпушеності (пористості). При приготуванні тіста основними розпушувачами є *дріжджі* – одноклітинні мікроорганізми розміром до 10 мкм. Дріжджі належать до класу грибів. У виробничих умовах вони розмножуються брунькуванням. Оптимальна температура для розмножування – 26–28°C, однак за температури 58–68°C дріжджі гинуть. Дріжджі можуть розмножуватися як в аеробних, так і в анаеробних умовах, виділяючи в процесі життєдіяльності вуглекислий газ. Добре розподілені в масі тіста дріжджові клітини виділяють вуглекислий газ, насичують ним тісто, внаслідок чого створюється тиск газу та відбувається розпушування тіста.

У хлібопеченні застосовують пресовані, сухі та рідкі дріжджі. Пресовані дріжджі мають вологість до 35 % і тому швидко псуються. Сухі дріжджі одержують висушуванням пресованих, у зв'язку з чим вони можуть зберігатися тривалий час. Основні вимоги, що ставляться до пресованих і сухих дріжджів, – наявність у них піднімальної сили, тобто здатності за певний час забезпечити до певного рівня підняття (розпушування) тіста.

Приготування рідких дріжджів на хлібопекарських підприємствах потребує мікробіологічного контролю, тому що потрібно стежити за складом мікрофлори, яка розвивається (дріжджів, молочнокислих бактерій).

У кондитерських виробках, що містять багато цукру, розрихлення тіста дріжджами неможливе внаслідок високого осмотичного тиску, який створюється в середовищі цукром і призводить до їх зневоднювання та плазмолізу. Тому тісто в таких виробках розрихлюють, добавляючи в нього гідрокарбонат натрію  $\text{Na}_2\text{HCO}_3$  або карбонат амонію  $(\text{NH}_4)\text{CO}_3$ . Так, карбонат амонію розкладається в тісті з виділенням аміаку, вуглекислого газу і води:



*Приготування тіста.* Для приготування пшеничного тіста використовують два основних способи: опарний і безопарний.

---

---

*Опарний спосіб* передбачає приготування тіста за два прийоми: приготування опари та приготування тіста. Для приготування опари, як правило, використовують близько половини загальної кількості борошна, до 2/3 води і всю кількість дріжджів, необхідних для приготування хліба. За консистенцією опара рідкіша за тісто і має температуру 28–32°C. Тривалість бродіння опари – 3–4,5 год.

На готовій опарі замішують тісто. При замішуванні тіста в опару додають інгредієнти, що залишилися, та передбачені рецептурою цукор і жир. Тісто має початкову температуру 28–30°C. Бродіння тіста триває 1–1,45 год.

*Безопарний спосіб* передбачає внесення при замішуванні тіста всієї кількості борошна, води, солі і дріжджів. Початкова температура бродіння тіста – 28–30°C, тривалість бродіння 2–4 год.

Кожний з наведених способів приготування тіста має свої переваги і недоліки. Опарний спосіб більш тривалий, але двоступінчастий процес бродіння поліпшує пластичні властивості тіста, сприяє гідролізу компонентів борошна та нагромадженню більшої кількості речовин, які надають смаку та аромату хлібові.

Недоліком опарного способу є більша тривалість приготування тіста порівняно з безопарним та більша потреба в додатковому устаткуванні. Втрати сухої речовини борошна за опарного способу – вищі, що зменшує вихід хліба приблизно на 0,5 %.

Краща пористість м'якушки, структура пор, їх тонкостінність також характерні для хліба, приготовленого опарним способом, тому що в тісті інтенсивніше відбуваються процеси набухання часточок борошна, пентазація білків тощо. Поліпшенню пластичних і смакових якостей тіста сприяє також значне накопичення молочної кислоти. За опарного способу скоринки хліба краще забарвлені (рожеваті, світло-коричневі), гладенькі в результаті більшого вмісту в тісті декстринів та цукрів, а також утворення комплексних сполук – меланоїдів.

Іноді, як за опарного, так і безопарного способів приготування тіста, використовують закваски – водно-борошністі суміші, в яких крохмаль борошна клейстеризований. Для приготування заквасок використовують борошно і воду у співвідношенні 1 : 3 – 1 : 2 (борошна береться 3–5 % від його загальної кількості).

*Особливості виготовлення житнього хліба* пов'язані з відмінністю житнього борошна від пшеничного. У житнього борошна немає зв'язної клейковини, але в ньому міститься 2–3 % сильнонабухаючих високомолекулярних пентозанів – слизів. Клейстеризація житнього крохмалю відбувається за більш низьких температур порівняно з пшеничним. У житньому борошні завжди є достатня кількість  $\alpha$ -амілази в активному стані.

Крім того, речовини здатні значно пептизуватися й переходити у в'язкі колоїдні розчини.

Тому властивості і способи приготування житнього хліба, на відміну від пшеничного, зовсім інші. Відомо, що тільки багатоступінчасте виготовлення житнього тіста з багаторазовим додаванням до нього свіжих

---

---

порцій борошна з одночасним тривалим бродінням дає змогу підвищити його газоутримувальну здатність і формостійкість.

Особливістю житнього тіста є висока кислотність (приблизно 12°C). Підвищена кислотність, зокрема вміст молочної кислоти, позитивно впливає на фізичні властивості житнього тіста, сприяє пептизації й одночасному набуханню частини білків.

Підвищена кислотність гальмує дію  $\alpha$ -амілази при випіканні хліба, скорочує період утворення під її впливом декстринів, що запобігає підвищеній липкості й заминанню м'якушки готового хліба. Високої кислотності досягають замішуванням житнього тіста на густих і рідких заквасках з борошна, води і старої закваски або тіста. Вологість густих заквасок (так звані головки) дорівнює 50 %, менш густих (кваси) – 60, рідких – 70–80 %.

Закваски містять дріжджі і молочнокислі бактерії, які викликають бродіння тіста та утворення молочної та оцтової кислот. Співвідношення кількості дріжджів і молочнокислих бактерій в житньому тісті становить 1 : 100.

Дуже ефективним способом зміни складу та властивостей бродильної мікрофлори житніх заквасок, а відповідно і співвідношення в них різних продуктів бродіння, є зміна температури. Встановлено, що підвищення температури заквасок від 25 до 40°C підвищує накопичення кислот у заквасках, одночасно збільшуючи частку молочної кислоти в загальній кислотності тіста. З моменту замішування тіста починається його бродіння. Сума процесів, які приводять тісто в результаті бродіння й обминок в стан, оптимальний для розділення і випікання, називається *дозріванням тіста*.

При бродінні тіста внаслідок дії ферментів дріжджів на вуглеводи утворюються етиловий спирт, вуглекислий газ, молочна й оцтова кислоти та інші продукти.

Дріжджі, що застосовуються в хлібопеченні, можуть зброджувати всі цукри тіста – глюкозу, фруктозу, мальтозу й сахарозу. Глюкоза і мальтоза зброджуються в тісті безпосередньо, а сахароза попередньо перетворюється на глюкозу і фруктозу. Молекула мальтози розкладається в тісті на дві молекули глюкози.

Процес спиртового і кислотного (переважно молочнокислого) бродіння тіста – це ланцюг складних біохімічних процесів, зумовлених взаємодією комплексу ферментів дріжджів і кислотоутворювальних бактерій та ферментів борошна. При цьому із тіста в клітини дріжджів і кислотоутворювальних бактерій надходять розчинні продукти, необхідні для їх життєдіяльності (бродіння, дихання, розмноження), а із клітин у тісто виділяються основні і побічні продукти бродіння.

Вуглеводно-амілазний комплекс тіста в процесі бродіння безперервно змінюється. Власні цукри борошна швидко зброджуються дріжджами, водночас із крохмалю борошна під дією  $\alpha$ - і  $\beta$ -амілаз утворюється мальтоза.

Під час *зброджування цукрів виділяються спирт і вуглекислий газ*. Етиловий спирт, що частково утворюється, бере участь в утворенні аромату хліба.

---

---

Вуглекислий газ, намагаючись вивільнитися із в'язкого тіста, піднімає і розрихлює його, надаючи тісту пористої будови. Чим більше виділяється вуглекислого газу, тим пористішими будуть тісто і хліб. Величина газотримувальної властивості хліба змінюється залежно від різних факторів, насамперед від вмісту клейковини та консистенції тіста.

У процесі бродіння відбувається підвищення кислотності тіста, що пов'язано з нагромадженням продуктів, які мають кислу реакцію. Збільшення кислотності опари в тісті під час бродіння проходить переважно в результаті утворення й накопичення деяких кислот.

В тісті, що вибродило, присутні молочна, оцтова, лимонна та інші органічні кислоти. Встановлено, що при приготуванні тіста збільшення його кислотності після бродіння приблизно на 2/3 зумовлене нагромадженням молочної кислоти. В нагромадженні цієї кислоти в тісті основну роль відіграють молочнокислі бактерії, частина яких міститься в борошні та в дріжджах.

Під час бродіння тіста вуглекислий газ, що нерівномірно розподіляється в ньому, утворює великі бульбашки. Для кращого розпушування всієї маси тіста та його аерації під час бродіння роблять одну-дві перебивки (обминки). Обминку проводять за допомогою тістомішальної машини, як правило, протягом 1,5–2,5 хв, що дає змогу поліпшити структуру та структурно-механічні властивості тіста й одержати хліб найбільшого об'єму з дрібною, тонкостінною і рівномірно пористою м'якушкою.

Для підвищення якості хліба широко застосовують *хімічні добавки*. Так, при переробці борошна з низькою якістю клейковини, наприклад із зерна, пошкодженого клопом-черепашкою, в нього добавляють бромат калію. Крім бромату калію, в хлібопеченні використовують аскорбінову кислоту і пероксид кальцію. При цьому збільшується об'єм хліба (на 10–40%), підвищується пористість та структура м'якушки, яка стає світлішою.

*Тісто*, яке вибродило (дозріло), *розділяють на шматки потрібної маси*, округлюють, залишаючи для попереднього або остаточного розстоювання тістових заготовок. На заводах тісто розділяють на шматки за допомогою тістороздільних машин, після чого їх зразу округлюють. Ця операція при випіканні круглих, подових виробів є операцією кінцевого формування шматків тіста. Для багатьох інших виробів (батонів, рогаликів та ін.) округлювання є лише першою проміжною стадією формування виробів. У цьому випадку операція округлювання виробів має за мету поліпшити структуру тіста.

Між операцією округлювання і кінцевою операцією формування шматків пшеничного тіста відбувається попереднє або проміжне *розстоювання*. Округлені шматки тіста повинні знаходитися в стані спокою протягом 5–8 хв.

В результаті механічної дії, що відбувається при розділенні на шматки і наступному округлюванні тіста, в ньому виникає внутрішня напруга і частково руйнуються окремі ланки клейковини. В процесі попереднього розстоювання внутрішня напруга в тісті зменшується, а зруйновані ланки структури

---

---

тіста частково відновлюються, внаслідок чого структурно-механічні властивості тіста, його структура і газотримувальна здатність поліпшуються.

Після *попереднього розстоювання* округленим шматкам тіста надають форму, характерну для готових виробів відповідного сорту. Під час формування шматків тіста з них майже повністю витісняється вуглекислий газ. Якщо сформований шматок тіста посадити в піч, то випечений хліб матиме дуже погано розрихлену м'якушку та з розривами і тріщинами скоринку. Щоб цьому запобігти сформовані шматки тіста піддають остаточному розстоюванню.

Під час *остаточного розстоювання* в шматках тіста відбувається бродіння та виділяється вуглекислий газ, який розрихлює тісто, збільшуючи його об'єм. На відміну від попереднього розстоювання, остаточне розстоювання потрібно проводити за температури 35–40°C і відносної вологості повітря 75–85 %.

*Тривалість розстоювання* сформованих шматків тіста становить 25–120 хв залежно від їх маси, рецептури тіста, властивостей борошна та ін. Порушення режиму розстоювання тіста перед випіканням призводить до одержання хліба низької якості. Якщо період розстоювання тіста скорочується, то верхня скоринка хліба буде дуже випуклою і відірваною від однієї або двох бічних стінок. Навпаки, передержування тіста при розстоюванні призводить до того, що хліб має плоску або ввігнуту форму з дуже нерівномірно пористою м'якушкою.

*Випікання тіста.* Процес прогрівання заготовок тіста після розстоювання, за якого відбувається перехід із стану тіста у стан хліба, називається *випіканням*.

Для випікання хліба і хлібних виробів використовують пекарні камери різних конструкцій з температурою тепловіддавальних поверхонь 300–400°C та пароповітряного середовища пекарної камери – 200–250°C.

В процесі випікання тісто, яке знаходиться в пекарній камері, швидко збільшується в об'ємі. Через деякий час приріст його об'єму різко сповільнюється, а потім припиняється.

Температура м'якушки наприкінці випікання не перевищує 100°C, тоді як температура поверхні швидко досягає 105°C і під кінець випікання збільшується до 180°C. Поверхня тіста інтенсивно прогривається і через 1–2 хв втрачає майже всю вологу, досягаючи рівноважної вологості пекарної камери.

У зв'язку з поганою вологопровідністю та великою різницею температур поверхневих і внутрішніх шарів тіста (явище термовологопровідності), надходження вологи до її поверхні відстає від інтенсивності збезводнювання поверхневих шарів. Тому поверхнева зона випаровування поступово поглиблюється всередину хліба.

Частина вологи, що утворюється в зоні випаровування, внаслідок незадовільного проходження крізь щільну скоринку переміщується від поверхні до центру. Тому наприкінці випікання вологість м'якушки приблизно на 2 % перевищує початкову вологість тіста.

---

---

У тісті, щойно посадженому в піч, продовжуються мікробіологічні процеси та діяльність ферментів, що є наслідком бродіння, викликаного дріжджами й кислотоутворювальними бактеріями, в результаті чого утворюється незначна кількість спирту, вуглекислого газу, молочної та інших кислот.

У процесі збільшення температури до 50–60°C посилюється розкладання крохмалю на декстрини і цукри у зв'язку з підвищенням активності ферментів. При подальшому підвищенні температури ферменти припиняють свою діяльність, крохмаль клейстеризується, поглинаючи воду, а білки клейковини коагулюють. Одночасно змінюються фізичні властивості хліба – він швидко збільшується в об'ємі. Збільшення об'єму пояснюється тим, що в цей період дріжджі та інші види газоутворювальної мікрофлори виділяють ще деяку кількість вуглекислого газу, та тепловим розширенням бульбашок повітря, що знаходиться в тісті. Коагуляція білків і клейстеризація крохмалю формують пористу структуру тіста, перешкоджають його подальшому розтягуванню і водночас не дають порам спадати після звитрювання газу.

Отже, процес випікання хліба пов'язаний з коагуляцією білків, головним чином клейковини, і частковою клейстеризацією крохмалю.

Під час випікання хліба його поверхню звожують. При конденсації пари, на поверхні хліба відбуваються інтенсивна клейстеризація крохмалю та розчинення декстринів. Рідкий крохмальний клейстер, який містить розчинні декстрини, ніби заливає тонким шаром усю поверхню хліба, вирівнюючи пори і нерівності. Шар рідкого клейстеру дуже швидко збезводнюється, утворюючи на поверхні хліба скоринку, яка після інтенсивної теплової дії має глянцекий вигляд.

Тривалість випікання – 8–12 хв для дрібноштучних виробів і до 80 хв для хліба масою 1 кг і більше. Залежно від виду хлібних виробів температура випікання становить 210–280°C.



**Рис. 23. Процес випікання хліба**

Момент готовності хліба встановлюють, як правило, органолептично або визначенням температури центральної частини м'якушки, яка для більшості хлібних виробів повинна бути 93–97°C. Температуру вимірюють термовимірником марки ТХ.

---

---

Перетворення тіста на хліб супроводжується втратою маси, яка називається *упіканням*. Упікання відбувається внаслідок часткового випаровування з тіста води і продуктів бродіння (етилового спирту, вуглекислого газу, летких кислот тощо). Величина упікання визначається як різниця між масою тіста перед посадкою в піч і масою готового гарячого хлібного виробу і коливається в межах від 6 до 14 %.

*Показники якості хліба.* Якість хлібобулочних виробів нормується державними стандартами. На кожний вид хліба існують певні технічні умови. Затверджені також методи визначення їх якості.

Якість хлібобулочних виробів оцінюють за 1) органолептичними показниками; 2) масою виробів та фізико-хімічними показниками (вологість, кислотність, пористість). Органолептично визначають форму хліба, колір і зовнішній вигляд скоринки, смак і запах, еластичність, пористість, свіжість м'якушки. Смак, свіжість, запах, хрускіт (його наявність або відсутність) визначають дегустацією; колір м'якушки, пористість, промішування – візуально на зрізі хліба; еластичність м'якушки – надавлюванням пальцем на зріз хліба; повну масу виробів – одночасним зважуванням не менше 10 виробів.

Крім основних фізико-хімічних показників – вологості, кислотності, пористості – інколи визначають набухливість, вміст жиру і цукру. Якість оцінюють за середньою пробою.

*Вологість* – важливий показник якості хлібних виробів. За підвищеної вологості м'якушка хліба липка, волога на дотик, нееластична, після легкого надавлювання пальцями вона не набуває початкової форми, хліб важкий. За пониженого вмісту вологи пористість виробів незадовільна, м'якушка ущільнена.

Серед різних хлібних виробів більш високу вологість мають житні сорти хліба (48–51 %), а більш низьку – пшеничні з борошна високої якості (43–45 %).

*Кислотність* хліба – результат бродіння тіста. Кислоти, що містяться в хлібних виробках, позитивно впливають на властивості хліба, його смак. Кислотність хліба виражається градусами кислотності, яка для житніх сортів не перевищує 12, житньо-пшеничних – 11 і пшеничних – 3–4°.

Пористість хліба – це відношення об'єму пор м'якушки до загального об'єму м'якушки, виражене у відсотках. Для житнього хліба пористість повинна бути не менше 45–48 %, а для пшеничного – 63–72 %.

#### **4.4. Виробництво макаронів**

Макаронні вироби – це висушене пшеничне тісто у формі трубочок, стрічок та різних фігурок. Це один з найбільш поширених продуктів харчування у світі. В Україні середнє споживання макаронів на особу близько до фізіологічної норми і становить 7 кг на рік.



---

---

Залежно від якості та сорту борошна, з якого виготовлені макаронні вироби, їх поділяють відповідно до стандартів на групи А, Б, В і сорти вищий, перший і другий:

група А – вироби з макаронного борошна вищого, першого та другого сортів твердої пшениці;

група Б – вироби з макаронного борошна вищого або першого сортів м'якої склоподібної пшениці;

група В – вироби з хлібопекарського пшеничного борошна вищого та першого сортів.

Сорти макаронних виробів вищий, перший та другий відповідають сорту борошна, з якого вони виготовлені.

При виготовленні макаронних виробів із застосуванням смакових добавок або збагачувачів групу та сорт виробу доповнюють назвою смакової добавки або збагачувача: група А вищий сорт яєчні, група А другий сорт томатні тощо.

Крім того, макаронні вироби класифікують за способом формування, формою та довжиною. Залежно від способу формування їх підрозділяють на різані, пресові та штамповані.

Залежно від форми макаронні вироби поділяють на види: трубчасті, ниткоподібні, стрічкові та фігурні. Вироби всіх типів можуть бути довгими та короткими. Кожен тип виробів залежно від форми, довжини, ширини, товщини поділяють на підтипи.

*Трубчасті вироби* ділять на три підтипи: макарони, ріжки, пера. *Макарони* – трубки з прямим зрізом або хвилеподібним (при різанні висушених макаронів). Залежно від довжини макарони можуть бути короткими (15–20 см) та довгими (більше 20 см). *Ріжки* – зігнуті або прямі трубки з прямим зрізом довжиною від 1,5 до 4 см. *Пера* – трубки з косим зрізом. Довжина від гострого кута до тупого – від 3 до 10 см. Трубчасті вироби кожного підтипу за розмірами поперечного перерізу поділяють на види: соломку (крім пера) – до 4 мм, звичайні – 4,1–7, любительські – 7,1 мм та більше. Форма перетину трубчастих виробів може бути кругла, квадратна, рифлена тощо. Товщина стінок трубчастих виробів до 2 мм включно. Трубчасті вироби використовують для приготування других страв.

*Ниткоподібні вироби* (вермішель). Залежно від розміру поперечного перерізу (мм, не більше) можуть бути трьох видів: паутинка – до 0,8, звичайна – 0,9–1,5, любительська – 1,6–3,5. За довжиною розрізняють вермішель довгу (більше 20 см) та коротку (не менше 1,5 см). Довгу вермішель іноземного виробництва звичайно називають спагетті. Вермішель використовують як супові засипки.

*Стрічкові вироби* (локшина) виробляють двох видів, які розрізняються за шириною: вузькі – до 7 мм включно та широкі – 7,1–25 мм. Товщина локшини до 2 мм включно. Локшину застосовують як для гарнірів, так і в якості супової засипки.

*Фігурні вироби* випускають у вигляді алфавіту, шестерень, зірочок, черепашок, зерен тощо. Залежно від способу формування вироби можуть

---

---

бути пресованими та штампованими. У всіх цих виробів товщина будь-якої частини в зламі не повинна перевищувати 1,5 мм для штампованих і 3 мм для пресованих. Використовують їх для засипання супів та як гарнір.

*Сировина для виробництва макаронних виробів.* Сировину, що використовується для виробництва макаронних виробів, поділяють на основну та додаткову.

*Основна сировина.* Це макаронна крупка (вищий сорт) та напівкрупка (перший сорт), одержувані з твердих та м'яких склоподібних пшениць з високим вмістом якісної клейковини. В окремих випадках допускається використання хлібопекарського борошна.

*Макаронне борошно* істотно відрізняється від хлібопекарського. Вона повинна мати крупчасту структуру з частинками розміром 200–350 мкм, більшими у крупки в порівнянні з напівкрупкою, високим вмістом клейковини. Колір макаронної крупки – кремовий з жовтуватим відтінком, у напівкрупок – світло-кремовий. Колір крупки з м'якої склоподібної пшениці білий з жовтуватим відтінком, а напівкрупок – білий з кремовим відтінком.

Більш крупніше борошно повільніше поглинає воду та дає більш пластичне тісто. Зі зменшенням розміру частинок борошна збільшується міцність та зменшується пластичність тіста. Тісто з хлібопекарського борошна виходить більш міцне, ніж з крупки та напівкрупки, і вироби з такого тіста мають шорстку поверхню та гірші кулінарні властивості.

Крім крупності помелу борошна, важливим фактором є однорідність часток за розміром, що обумовлює рівномірне їх набухання при приготуванні тіста. Борошно, що використовується в макаронному виробництві, не повинне містити в значних кількостях вільні амінокислоти, й мати активну поліфенолоксидазу (тирозиназу), що викликає потемніння тіста та погіршення якості готових виробів.

Високу якість виробу забезпечує борошно, що містить від 11 до 13,5% білка. Вміст сирової клейковини в крупці повинен бути не менше 30%, в напівкрупці з твердої пшениці – 32 і в крупці та напівкрупці з м'якої склоподібної пшениці – 28 і 30%. Борошно з низьким вмістом клейковини дає вироби неміцні, які кришаться. Якість клейковини повинна бути не нижче II групи. Липка, сильнотягуча клейковина збільшує пластичність виробів і знижує їх пружність та міцність.

Вода, яка використовується в макаронному виробництві, може бути будь-якого ступеня жорсткості, але повинна відповідати вимогам ДСТУ на питну воду.

*Додаткова сировина.* В якості додаткової сировини застосовують збагачувальні добавки, які поділяють на дві групи: збагачувальні, що підвищують харчову цінність виробів та смакові, що впливають на смак і колір. До першої групи належать білкові збагачувачі: свіжі яйця 1-ї та 2-ї категорій, яйцепродукти (меланж, яечний порошок), клейковина пшеничного борошна, казеїн, сухе незбиране молоко, молочна сироватка, сир, вітаміни.

Яйцепродукти додають з розрахунку 10–15 кг меланжу чи 3–4 кг яєчного порошку, а також 250–280 свіжих яєць на 100 кг борошна. Сухе молоко,

---

---

цільне та знежирене вносять з розрахунку 3–8 кг на 100 кг борошна. Використання пшеничної клейковини дозволяє на 30–40% збільшити вміст білкових речовин у виробках. Клейковина не повинна містити сторонніх речовин і бути піддана впливу протеолітичних ферментів та високих температур. Як білкові добавки застосовують також вторинні продукти інших харчових виробництв, а саме: концентрати та ізоляти білків сої, гороху, соняшнику тощо; продукти переробки знежиреного молока; білкову суміш, що складається з сухого знежиреного молока та сухої знебарвленої крові забійних тварин.

Введені збагачувачі не повинні погіршувати структурно-механічні та фізико-хімічні властивості тіста та готових виробів. Введений білок повинен добре розчинятися у воді, створювати однорідну структуру в процесі тістоутворення та коагулювати під час варіння, не переходити у варильну воду. Для збагачення макаронних виробів вітамінами використовують термостійкі водорозчинні вітаміни B<sub>1</sub>, B<sub>2</sub>, PP.

В якості смакових добавок при виробництві макаронних виробів використовують овочеві та фруктові соки, пасти, порошки. За кордоном широко застосовують поверхнево-активні речовини (ПАР), які сприяють підвищенню якості макаронних виробів. Вони менше злипаються при сушінні та краще зберігають форму під час варіння.

*Основи технології виробництва макаронних виробів.* Технологія виробництва макаронних виробів включає наступні операції: підготовку сировини до виробництва, приготування тіста, формування, сушіння, охолодження, пакування, маркування, транспортування та зберігання готових виробів.

*Підготовка сировини* полягає у змішуванні (якщо потрібно) борошна різних партій, просіювання, магнітного очищення та зважування. Воду підігрівають до заданої температури. Збагачувальні добавки розводять водою у співвідношенні, передбаченому рецептурою. Курячі яйця перед використанням попередньо миють, а меланж розморожують.

*Приготування макаронного тіста* ведуть в тістомісилках шнекового преса, куди безперервним струменем спеціальними дозаторами подають борошно та воду. Залежно від температури води розрізняють заміси тіста: гарячі (температура +75 ... +83 °C), теплі (+50 ... +65 °C) та холодні (нижче 30 °C). Найбільш поширений теплий заміс. Гарячий заміс переважає за підвищеного вмісту в борошні надмірно пружної клейковини, холодний – за дуже низького вмісту слабкої клейковини або при використанні теплого борошна (у літній період).

Залежно від вологості тісто може бути м'яким (вологість 31,1–32,5%), середнім (29,1–31%) та твердим (28–29%). Найчастіше використовують середній заміс, рідше – м'який та твердий. При м'якому замісі сирі вироби легко мнуться і злипаються, тому його використовують тільки для виготовлення гнучких виробів (фігурне укладання в моток, бантик). При твердому замісі виходить малозв'язне, важкооброблюване тісто, яке можна використовувати для штампованих виробів складної форми. При приготуванні тіста з добавками враховують їх вологість. Якщо вологість добавок вище, ніж муки, витрату води на заміс тіста знижують.

---

---

Тривалість замісу макаронного тіста – 8–20 хв. Більшої тривалості замісу (не менше 20 хв) вимагає тісто, що готується з крупки або напівкрупки, так як волога всередину щільних крупчастих часток проникає значно повільніше, ніж всередину дрібних частинок хлібопекарського борошна.

Макаронне тісто готують у дві фази: спочатку відбувається змочування частинок водою (адсорбування), а потім – вбирання, коли вода в результаті осмосу проникає всередину частинок борошна. За рахунок гідратації клейковини йде набухання частинок. Отримане на цьому етапі тісто має вигляд дрібної пухкої крупки, що для формування виробів не придатна. Таке тісто потребує механічної обробки. Тому з тістозмішувача воно потрапляє в шнекову камеру преса, де завдяки інтенсивному впливу гвинтових лопастей шнека стає зв'язним, щільним, пластичним. На властивості тіста впливає тиск в шнековій камері преса: з його підвищенням збільшуються щільність та міцність тіста й зменшується його пластичність. При цьому навіть з борошна м'яких пшениць виходять макаронні вироби жовтого кольору зі склоподібним зломом.

У тісті не повинно бути бульбашок повітря, які під час сушіння напівфабрикатів розширюються і руйнують мікроструктуру виробів, що погіршує їх колір, зовнішній вигляд та кулінарні властивості. Для видалення пухирців повітря механічну обробку тіста проводять у вакуумі. Під механічним і тепловим впливом змінюються властивості клейковини та крохмалю. Тісто набуває пластичної структури. Проте тривала механічна обробка може сильно підвищити температуру тіста, що призводить до значної денатурації клейковини та часткової клейстеризації крохмалю. Тісто стає менш зв'язним, знижується міцність сирих виробів, зростає відсоток обривів. Під час сушіння та зберігання утворюється багато лому й крихти.

На реологічні властивості тіста впливають білкові збагачувачі, підвищуючи його пружність та знижуючи пластичність. Для усунення цих небажаних змін в тісто вносять поверхнево-активні речовини або на 0,5–1% підвищують вологість та застосовують більш інтенсивну та тривалу механічну обробку. Після механічної обробки тісто стає пружно-пластичною в'язкою масою.

*Формування макаронних виробів* найчастіше здійснюють пресуванням. Після механічної обробки тісто поступово просувається шнеком в тубусну камеру, що закінчується матрицею, яка є частиною формуючого шнекового преса.

Основна величина, що характеризує режим пресування, – тиск, який створюється робочими органами преса, що впливає на швидкість випресованих виробів. Остання визначається пластичністю тіста, що залежить від його вологості та температури. Зі збільшенням вологості та температури тіста збільшується і швидкість випресовування. Однак при температурі вище +50 ... +55 °С тісто стає більш крутим та швидкість пресування падає. Крім зниження швидкості випресовування, з перегрітого в шнековій камері тіста виходять білясті вироби внаслідок втрати клейковиною клейких властивостей та виходу крохмалю на поверхню

---

---

продукту. Поверхня виробів стає шорсткою зі задирками та надривами через низьку пластичність тіста. Занадто низька температура тіста теж небажана, тому що затримується процес гідратації клейковини, тісто втрачає пластичність, стає більш пружним, що також збільшує шорсткість виробів. Оптимальна температура тіста перед матрицею – близько 50 °С. При такій температурі тісто стає пластичним, відбувається затягування задирок і поверхня виробів виходить більш гладкою.

Вихідні з матриці пасма ниток, стрічок, трубок обдувають повітрям для зниження пластичності сформованих виробів та нарізають на відрізки потрібної довжини. Сформовані сирі вироби повинні мати гладку поверхню, жовтий, кремовий або білуватий колір, однотонний по всій поверхні, добре зберігати форму – не м'ятися, не кришитися, не злипатися. Шорсткість виробів залежить не тільки від пластичності тіста, але й від ступеня прилипання його до поверхні формуючої щілини. Найбільш сильно тісто прилипає до нержавіючої сталі, менше – до латуні та ще менше – до бронзи. При використанні матриць з фторопластовими вставками виходять вироби з гладкою поверхнею.

Сирі макаронні вироби довго зберігати не можна через те, що в протікають біохімічні і мікробіологічні процеси. Для виключення цих процесів вироби піддають сушінню.

*Сушіння* – одина з найважливіших операцій макаронного виробництва. Макаронне тісто під час сушіння втрачає пластичність і за певної вологості стає крихким. Змінюються його структурно-механічні властивості у зв'язку з поступовим перетворенням клейковини в міцну, тверду, склоподібну масу. Вироби ущільнюються, зменшується їх розмір – відбувається усадка. Видаляти вологу слід поступово, оскільки надмірно інтенсивне сушіння призводить до нерівномірної усадки, викликаючи розтріскування та викривлення виробів. Макаронні вироби можна висушувати до 20%-ї вологості за жорстких режимів, не побоюючись появи в них тріщин. За досягнення продуктом цієї вологості подальше висушування необхідно проводити при м'яких режимах, поволі видаляючи вологу. Особливо обережно це слід робити на останніх етапах сушки – за досягнення виробами вологості 16% і менше. Занадто тривала сушка може призвести до потемніння виробів в результаті дії ферментів ліпоксигенази та поліфенолоксидази, утворення меланоїдів, а також до закисання та пліснявіння. Тому дотримання режимів сушіння має дуже велике значення для якості готової продукції.

Режим сушіння складається з температури, вологості та швидкості руху повітря, часу сушіння, чергування сушіння та охолодження й залежить від виду виробів, які отримуємо. Короткорізані вироби сушать у конвеєрних стрічкових сушарках насипом при температурі +50 ... +70 °С протягом 20–90 хв. Довгі вироби укладають у касети або підвішують на сушильні жердини та сушать при температурі 30–50 °С протягом 16–40 год у шафових або тунельних сушарках з чергуванням сушіння та відволоження для вирівнювання вологи зовнішніх й внутрішніх шарів виробів.

---

---

Для інтенсифікації процесу сушіння застосовують термообробку сирих виробів пароповітряною сумішшю протягом 2 хв (трубчасті вироби) або сухою парою (короткорізані вироби) протягом 30 с. Гідротермічна обробка виробів перед сушінням значно скорочує процес обезводнення, так як дозволяє застосовувати жорсткі режими сушіння без побоювання появи тріщин. Якість готових виробів за такого способу сушіння поліпшується, структура виробів зміцнюється. У процесі сушіння вологість доводять до 13%. Вироби, призначені для тривалого зберігання або транспортування у віддалені райони, висушують до 11%.

*Охолодження* висушених виробів здійснюють в стабілізаторах-охолоджувачах, де вони повільно охолоджуються повітрям, що має температуру +25 ... +30 °С і відносну вологість 60–65%. У виробках вирівнюється вологість та знижуються внутрішні напруження зсуву, які можуть залишитися за швидкого охолодження продукту, що іноді призводить до розтріскування та утворення подрібненої маси й крихти після упаковки.

*Упаковка, маркування, транспортування та зберігання* макаронних виробів здійснюються після їх охолодження. Макаронні вироби випускають фасованими та ваговими (насіпом). Фасування в споживчу тару проводять на автоматах або вручну. Фасують їх масою нетто не більше 1 кг в пакети, барвисто оформлені коробки з картону або в пакети з паперу, целофану, поліетилену та інших пакувальних матеріалів і плівок, дозволених Міністерством охорони здоров'я для цих цілей.

Упаковку фасованих та вагових виробів проводять у транспортну тару місткістю не більше 30 кг: ящики дерев'яні, дощаті, фанерні, з плетеного шпону і з литого картону, вистелені обгортковим папером. Фасовані вироби допускається упаковувати в ящики, не вистилаючи їх папером, а вагові вироби – тільки в нові ящики з гофрованого або литого картону. Зазор між виробами та стінками ящиків заповнюють чистим м'ятим папером. При укладанні макаронів, висушених в касетах, між їх торцями прокладають вертикальний прошарок паперу. У деяких випадках, коли макаронні вироби призначені для реалізації в прилеглих районах або при транспортуванні їх на відстань не більше 500 км, їх можна упаковувати в чотиришарові паперові мішки масою нетто не більше 20 кг. У пакувальній одиниці повинні бути макаронні вироби одного типу та виду.

*Маркування* наносять на кожен пакет або пачку. Вона повинна містити наступні дані, що характеризують продукцію: найменування продукту (вид, сорт, номер, група, клас), найменування, місцезнаходження (адреса) виробника, пакувальника, експортера, імпортера, найменування країни та місця походження; товарний знак виробника (за наявності); масу нетто, склад продукту; для вітамінізованого пшеничного хлібопекарського борошна слово “вітамінізований” (великим шрифтом); харчову цінність, вміст вітамінів; умови зберігання, термін зберігання; позначення нормативного або технічного документа, згідно з яким виготовлений та може бути ідентифікований продукт; інформацію про сертифікацію. Маркування на упакованих макаронних виробках, крім зазначеної інформації, повинне

---

---

містити відомості про барвники, ароматизатори, харчові та інші добавки, якщо їх застосовували. Для неупакованих макаронних виробів вказана інформація повинна бути представлена в торговельному залі.

На кожен мішок з макаронними виробами пришивають маркувальний ярлик з тією ж інформацією, що і на споживчій тарі.

Транспортування макаронних виробів здійснюють всіма видами транспорту в критих засобах відповідно до правил перевезення вантажів, що діють на кожному виді транспорту, а також в універсальних контейнерах. Транспортування продукції повітряним транспортом допускається тільки в контейнерах, ящиках.

*Зберігання* макаронних виробів здійснюють в сухих, добре вентиляваних, не заражених шкідниками хлібних запасів складах з дотриманням санітарних правил. Макаронні вироби зберігають фізичні властивості, притаманні зерну: високу гігроскопічність, погану теплопровідність, сипучість, скважистість. У цих продуктах інтенсивно протікають окислювально-відновні та мікробіологічні процеси. Оптимальними умовами для зберігання макаронних виробів вважаються відносна вологість повітря 60–70% та низька температура. Чим вона нижча, тим повільніше протікають всі процеси, які погіршують якість продукції. Зберігання продуктів при низьких температурах (близько 0 °С і нижче) виключає зараження їх амбарними шкідниками та самозігрівання. При цьому не виникають пліснявіння й прокисання продуктів і різко сповільнюються прогрівання та погіршення споживчих властивостей.

Тривале зберігання макаронних виробів здійснюють в основному в неопалюваних складах, тому температура в них залежить від сезону. У магазинах зберігають невеликі партії макаронних виробів, що забезпечують безперерйне постачання населення протягом 10–45 діб. Це опалювальні приміщення. Температура при цьому не повинна перевищувати 12–18 °С.

У магазинах необхідно суворо стежити за товарним сусідством, виключаючи спільне зберігання будь-яких пахучих товарів (мила, прянощів, риби тощо). Продукти переробки зерна легко поглинають та міцно утримують сторонні запахи.

Встановлено граничні терміни зберігання макаронних виробів: з пшеничним зародком – 3 міс, молочних та соєвих – 5, яєчних та томатних – 12, морквяних, шпинатових і без додаткової сировини – 24 міс.

#### **4.5. Технологія переробка олійних культур**

Рослинні жири мають велике значення завдяки їх різноманітному і широкому застосуванню в різних галузях народного господарства. Надзвичайно висока їх харчова цінність, оскільки вони легко засвоюються організмом людини і є високоенергетичним продуктом.

Слід зазначити, що термін “жир” є більш загальний і застосовується частіше, а термін “олія” вказує на те, що рослинний жир перебуває в рідкому стані. Олію споживають безпосередньо в їжу, використовують у хлібопеченні, а також у кондитерському виробництві.

Олія – джерело одержання мийних засобів, оліфи, лаків і фарб. Технічні рослинні жири використовують при виробництві пластичних мас, лінолеуму, клейончастих матеріалів, виготовленні охолоджуючих рідин, технологічних змазок.

Білки олійних культур використовують для підвищення біологічної цінності багатьох харчових продуктів, а також як основний компонент комбікормів для тварин.

Основною сировиною виробництва олії на території України є насіння соняшнику, льону, озимого ріпаку, гірчиці, сої тощо. Провідна роль серед олійних культур належить соняшнику. Виробництво соняшникової олії становить понад 1 млн т. Насіння соняшнику містить до 57 % олії, а ядро – до 65 %.

При переробці 100 т насіння соняшнику одержують близько 47 т олії, 30 шроту, 20 т плодкових оболонки. Плодові і насінні оболонки насіння складаються переважно з целюлози, тому вони є сировиною для гідролізного виробництва.

Особливістю харчових рослинних жирів є те, що в них, крім тригліцеринів, є фосфоліпіди, жиророзчинні вітаміни (А, Е, D, К), речовини, що містять фосфор та ін. Фосфоліпіди мають значну біологічну активність, беруть участь у процесі обміну та сприяють підвищенню всмоктування поживних речовин у кишковину. Особливо багаті на фосфоліпіди соняшникова, кукурудзяна та соєва олії. Крім того, в насінні олійних культур є макро-, мікро- й ультрамікроелементи, сумарний вміст яких майже вдвічі перевищує їх кількість у насінні інших культур.

Вміст олії в насінні деяких культур залежить від видових та сортових особливостей, умов вирощування, строків і способів збирання, а також способів переробки.

Середній вміст олії та інших компонентів у насінні олійних культур подано в табл. 4.6.

Таблиця 4.6

**Хімічний склад насіння олійних культур, % (на суху речовину)**

Культура	Олія	Азотисті речовини	Вуглеводи	Клітковина	Зольні елементи
Соняшник	33-57	15	20	21	3
Льон олійний	36-47	22	20	8	4
Коноплі	30-38	21	19	13	5
Соя	14-25	42	25	5	-
Ріпак озимий	42-51	19	20	7	3

За хімічним складом жири є сумішшю складних ефірів триатомного спирту гліцерину та високомолекулярних жирних кислот.

Із загальної кількості жирних кислот (близько 60) до складу олії входить 6–8. Усі жирні кислоти, що входять до складу жирів, поділяють на дві групи: насичені, тобто такі, які не містять подвійних зв'язків, і ненасичені, які містять подвійні зв'язки.



---

---

Властивість жирів визначається якісним складом жирних кислот, їх кількісним співвідношенням та процентним вмістом вільних, не зв'язаних з гліцерином жирних кислот.

Рослинні олії містять ненасичені жирні кислоти, тому вони в більшості випадків є рідкими за звичайної температури (соняшникова, лляна та ін.). Тваринні жири, навпаки, за звичайної температури є твердими, тому що до їх складу входять переважно насичені жирні кислоти. На відміну від насичених кислот, відносно стійких до різної взаємодії, ненасичені кислоти, маючи вільні ненасичені зв'язки, можуть приєднувати кисень та окислятися (тобто гіркнуть), а також відновлюватися за місцем подвійних зв'язків.

Загальною реакцією, характерною для жирів, є гідроліз на гліцерин і жирні кислоти, що відбувається в рослинній клітині під дією ферменту ліпази, а у виробничих умовах – під дією лугів і кислот.

*Особливості зберігання насіння олійних культур і вимоги до його якості.* Для насіння олійних культур характерним є високий вміст жиру. Запасні речовини, які використовуються зародком при проростанні, відкладаються в насінні олійних культур не у вигляді крохмалю, як в зернових культурах, а у вигляді жирів. Високий вміст жиру в насінні олійних культур відіграє важливу роль при визначенні режимів їх зберігання. Сухе і зріле насіння під час зберігання за низьких температур знаходиться у стані спокою, а при підвищенні вологості і температури переходить у стан інтенсивної життєдіяльності.

Зберігати насіння олійних культур складніше, ніж зерно злакових, оскільки у них високий вміст жиру, який не здатний зв'язувати та утримувати вологу так само, як білки і крохмаль. Крім того, на збереження насіння олійних культур значно впливає підвищений вміст луценого і битого насіння. Таке насіння швидко пліснявіє, у нього пошкоджується зародок, жир швидко згіркає, тому що до нього надходить велика кількість повітря через відсутність плодової оболонки. Бите і луцене насіння відносять до олійної домішки.

Особливість зберігання насіння соняшнику полягає в тому, що нерівномірна за вологістю маса, яка надходить від комбайнів, у результаті високої інтенсивності дихання швидко зігрівається. На відміну від зернових, самозігрівання соняшнику відбувається в чотири стадії: перша – відмічається за підвищення температури насіння від 15 до 25°C. Колір, запах та сипкість насіння не змінюються; друга – відмічається підвищенням температури до 40°C в результаті дихання насіння та бурхливого розвитку мікрофлори. При цьому насіння стає дефектним, покривається плісінню, має затхлий запах, гіркий смак, втрачає блиск, зростає кислотність, знижується схожість, втрачається сипкість і насип ущільнюється, третя – температура збільшується від 40 до 55°C, розвиваються термофільні бактерії, посилюються гіркий смак та затхлий запах, оболонки темніють, ядро жовтіє, схожість досить низька, кислотність зростає до 15–16 мг КОН на 1 г жиру; четверта – температура підвищується до 55°C і більше в результаті активної діяльності термофільних бактерій та процесів, що розвиваються, кислотність зростає до 30–35 мг КОН на 1 г жиру. Дефектність насіння становить 100 %.

---

---

Насіння соняшнику надійно зберігається лише за вологості менше 7 % та температури не вище 10°C. За вологості 8 % та температури 20°C насіння зберігається 1,5 місяці, за 10°C – 4,5, за 1°C – понад 6 міс.

Особливо швидко псується *травмоване* насіння соняшнику (найбільше травмуються високоолійні сорти). При збиранні смітна домішка має вологість удвічі більшу, ніж маса соняшнику, на ній багато мікрофлори, тому навіть короточасне зберігання насіння повинно здійснюватися в умовах режиму охолодження, причому охолодження ефективно лише тоді, коли застосовуються холодильні машини ХМВ-1-30, Г-100 (Німеччина).

Насіння соняшнику добре зберігається в регульованому газовому середовищі: кисню – 1 %, вуглекислого газу – 1,5–2 %, решта – азот. У такому середовищі гідролітичні процеси не припиняються, однак інтенсивність їх є нижчою, і насіння з вологістю 8 % та дещо підвищеним кислотним числом (1,3 мг КОН) і температурою 5–10°C можна без псування зберігати 4 міс, а за вологістю 10 % – лише 50–60 діб.

У насінні олійних культур підвищеної вологості самозігрівання протікає особливо швидко. Це пояснюється тим, що дихання насіння відбувається переважно за рахунок жирів, які при окисленні виділяють більше теплоти, ніж вуглеводи. Самозігрівання насіння різко знижує його якість, ядро темніє, олія згіршає і якість її значно знижується. Під час розміщення олійних культур для зберігання особлива увага приділяється насінню ріпаку, сої і ріцини. Основна умова забезпечення їх збереження – доведення до сухого стану.

*Технологія одержання олії.* У світовій практиці виробництва рослинної олії існує два різних способи: механічний, або пресовий, і розчинення олії в летких органічних розчинниках, або метод екстракції. Ці два способи використовуються в технології виробництва рослинної олії самостійно або одночасно.

Забезпечення оптимальних умов переробки насіння олійних культур досягається очищенням його від сторонніх органічних та мінеральних домішок. Цей процес ґрунтується на різниці в розмірах, формі, густині та аеродинамічних властивостях насіння і домішок. Для очищення насіння застосовують сепаратори різної конструкції з відкритим або закритим повітряним циклом.

Для збереження якості насіння олійних культур, а також стабілізації технологічного процесу добування олії (шеретування, відокремлення від оболонки і подрібнення ядра та ін.), крім очищення насіння від домішок, необхідне кондиціонування їх за вологістю.

Оптимальна вологість насіння олійних культур для якісного зберігання вважається та, яка приблизно на 2 % нижча за критичну. Водночас для нормального ведення технологічного процесу для більшості насіння (винятком є насіння бавовнику, яке перед надходженням на виробництво зволожують до 10–11 %) вологість його повинна бути нижча, ніж при збиранні.

Якщо вологість насіння олійних культур перед переробкою потрібно зменшити, застосовують теплове його сушіння або активне вентилування.

---

---

Для сушіння використовують шахтні, барабанні та газові рециркуляційні сушарки (ДСП-12, ДСП-24, ДСП-32, ДСП-50, “Цілинна-50”, ВТІ-8, ВТІ-15).

Основними компонентами насіння олійних культур з точки зору технології їх переробки є ядро й оболонки. В одних видів насіння (льон, соя, рицина) є тільки насіннева оболонка, в інших (соняшник) – насіннева і плодова оболонки. За технологічною термінологією оболонки, як насінневі, так і плодові, називають лузгою.

Одним із основних процесів отримання олії з насіння соняшника, що забезпечують відокремлення оболонок від ядра, є *шеретування*. Для шеретування насіння соняшнику і сої застосовують насіннерушильні машини МНР та відцентрові машини А1-МРЦ. У машинах марки МНР насіння шеретується внаслідок ударів об біла барабана, які закріплені на обертальному барабані, або повторному ударі об деку. Основними робочими органами відцентрової машини є ротор та дека. Насіння за рахунок відцентрової сили відкидається на деку і, ударяючись об неї, розколюється.

В результаті шеретування одержують суміш, яка називається *рушанкою* і складається з цілого ядра, оболонки, січки (частинки ядра), цілого і не повністю шеретованого насіння. За технологічними нормами якість рушанки повинна відповідати таким вимогам: нешеретованого насіння – не більше 5%, а січки – не більше 3% від маси ядра.

Після шеретування рушанку розділяють на фракції: ядро, оболонки, ціле насіння і недошеретоване. Оболонки видаляються із виробництва, ядро направляється на подрібнення, а недорушанка та ціле насіння надходять на повторне шеретування.

Наступним етапом є *сепарація* рушанки, метою якої є максимальне відокремлення плодкових і насінних оболонок від ядра за мінімальних втрат олії. Для цього використовують аспіраційну віяльну машину МІС-50 продуктивністю 50 т/добу. Вона складається з розсівника та аспіраційного корпусу. Розсівник складається з набору сит, призначених для сортування рушанки на сім сортів (фракцій). Після розподілення рушанки за розміром на ситах її розділяють за густиною, змінюючи швидкість повітряних потоків.

Процес *подрібнення ядра* насіння значною мірою впливає на вихід олії і продуктивність обладнання. Головна задача подрібнення ядра насіння – максимально можливе руйнування структури клітин. Для подрібнення використовують п'ятивальцьовий верстат – вальцівка марки ВС-5. Ядро насіння соняшнику подрібнюється за чотири проходи через вальцьові верстати.

На якість подрібнення ядра значно впливає вологість насіння. Максимальне руйнування структури клітин ядра відбувається за вологості його 5,5–6%. Подрібнене на вальцівках ядро називають *м'яткою*. Її не можна зберігати тривалий час, тому що ферменти клітин (ліпази) швидко розкладають жири, гідролізуючи їх на гліцерин і вільні жирні кислоти та погіршуючи властивості олії.

Олія в м'ятці розподілена у вигляді тонких плівок на поверхні часточок подрібненого ядра або насіння й утримується на ній силами молекулярної

---

---

взаємодії, величина яких перевищує тиск, що створюють преси для віджимання олії. Для зменшення сил, що зв'язують олію з поверхнею м'ятки, застосовують *волого-теплову обробку*, що називається *підсмажуванням*. Волого-теплова обробка здійснюється в спеціальних апаратах – жаровнях. Продукт, одержаний після волого-теплової обробки, називається *м'язгою*. В промисловості відомі два типи підсмажування: вологе та сухе.

Для добування олії пресовим способом раніше застосовували гідравлічні преси, недоліком яких було недостатньо повне віджимання олії, в результаті чого в шротах вміст олії становив 7–8 %.

На сучасних заводах застосовують шнекові преси, основним робочим органом яких є шнековий вал і зерний циліндр. Залежно від тиску, який створюється в зерному просторі, на матеріал, що пресується, а також від вмісту олії, яка залишається в макусі, на олійних заводах застосовують різні типи шнекових пресів. За своїм призначенням вони поділяються на преси для попереднього відділення олії (форпреси), преси глибокого, або кінцевого, відділення олії (експелери) та преси подвійної дії (в одному агрегаті здійснюється попереднє і кінцеве відділення олії).

Екстракційний спосіб добування олії може застосовуватись як в чистому вигляді, так і в комбінації з форпресовим. Прикладом екстракційного способу добування олії в чистому вигляді є пряма екстракція “сирої м'ятки” при переробці сої.

Для добування олії з насіння соняшнику і льону застосовують схему форпресування – екстракцію, тобто на першому етапі застосовують преси неглибокого одержання олії.

На олійних заводах для виділення олії екстракційним способом як розчинник використовують бензин, а в останні роки – суміш бутан-пропану, яка за нормальних умов газоподібна.

Після форпресування макуху направляють на екстракцію для остаточного добування олії. Для збільшення поверхні дотику між розчинником та подрібненою сировиною (макуховою крупкою) останню пропускають через спарену плющильну вальцівку з гладенькими вальцями і одержують пластини завтовшки 0,2–0,4 мм.

Для добування олії за екстракційного способу використовують два варіанти: настоювання і послідовне знежирювання.

При настоюванні матеріал заливають розчинником, через деякий час олія переходить у розчинник та утворюється розчин (місцела), який потім зливають. Знежирений матеріал знову заливається чистим розчинником і так повторюється доти, поки не буде добута майже вся олія.

При послідовному знежирюванні чистий розчинник безперервно надходить на максимально знежирений матеріал.

Місцела, яку одержують після екстракції, складається із легкого розчинника, олії та твердих часточок. Щоб видалити з неї тверду фракцію та розділити на олію і розчинник, часточки твердої фракції відокремлюють від місцели відстоюванням, центрифугуванням або фільтрацією.

Нині екстракційний спосіб добування олії на заводах України є провідним, тому що він забезпечує вихід олії більший, порівняно з пресовим.

Рослинна олія – складна багатокомпонентна система, в якій, окрім гліцеридів, містяться механічні домішки та деякі інші речовини. Тому для одержання олії високої якості потрібно ретельно її очищати. Очищення умовно поділяють на первинне та глибоке – рафінацію.

Залежно від ступеня очищення та цільового призначення рослинна олія буває нерафінована (очищена від механічних домішок), гідратована (очищена від фосфатидів), рафінована (очищена від фосфатидів, вільних жирних кислот, барвників), рафіновано-дезодорована (рафінована олія, очищена від ароматичних та смакових речовин, пестицидів і канцерогенів).

Найпоширенішим способом очищення олії є фільтрація на спеціальних фільтрпресах. Перевагою цього способу є можливість відділення тих механічних домішок, густина яких не відрізняється від густини олії. Олію фільтрують через спеціальну тканину або тканину з фільтрувальним папером у фільтрпресах рамного чи камерного типу.

Неприємний запах і смак видаляються з олії дезодорацією. Для цього в спеціальних апаратах періодичної або безперервної дії через шар олії пропускають перегріту, дуже розріджену водяну пару, що в техніці має назву *дистиляції*.

*Показники якості олії.* Вміст, властивість і якість олії є основними ознаками якості насіння олійних культур. Якість і склад олії значною мірою залежать від географічних районів вирощування, ґрунтового-кліматичних умов, сорту та агротехніки.

Для характеристики властивостей і якості олії найчастіше використовують такі показники, як число омилення, йодне і кислотне числа (табл. 4.7).

Таблиця 4.7

#### Якість олії в насінні олійних культур

Культура	Число омилення, мг КОН на 1 г олії	Йодне число, г йоду на 100 г олії	Кислотне число, мг КОН на 1 г олії
Соняшник	183-196	119-144	0,1-2,4
Соя	190-217	107-137	0,0-5,7
Ріпак	168-185	94-112	0,1-1,10
Льон олійний	186-195	165-192	0,6-3,5

Якість олії визначають як органолептичними методами, так і інструментальними (кислотне і йодне числа, число омилення).

Важливими ознаками олії, що характеризують її якість, є запах, колір і прозорість. Харчова олія повинна бути цілком прозорою, мати світло-жовтий колір та характерний запах. Олію вважають прозорою, якщо вона не мутна. Однією з ознак якості олії є кількість відстою (нежирних домішок).

---

---

*Число омилення* – кількість міліграмів їдкою калію КОН, необхідна для нейтралізації вільних і зв'язаних з гліцерином жирних кислот, одержаних при омиленні 1 г жиру.

*Кислотне число* – кількість міліграмів їдкою калію КОН, необхідна для нейтралізації вільних жирних кислот, що містяться в 1 г жиру. Кислотне число – важливий показник властивостей і стану жиру, оскільки воно може легко збільшуватися при зберіганні як жиру, так і багатих на жир харчових продуктів.

*Йодне число* – кількість грамів йоду, яка зв'язується з 100 г жиру. Воно дає змогу оцінити якість олії, її придатність для використання. Оскільки приєднання йоду відбувається у місці подвійних зв'язків у молекулах ненасичених жирних кислот, йодне число дає уявлення про вміст у жиру цих кислот. Чим вище йодне число, тим легше окислюється жир, тому він більш придатний для виготовлення лаків, фарб, оліфи і менш придатний для вживання в їжу.

На можливості швидкого окислення ненасичених жирних кислот ґрунтується визначення здатності олії до висихання. За здатністю до висихання олії поділяють на такі групи: швидковисихаючі – лляна, конопляна. Йодне число – 130–295. До складу входять гліцерин, лінолева (50–60 %) та ліноленова (17–45 %) кислоти; напіввисихаючі і слабковисихаючі – соняшникова, соєва, кукурудзяна. Йодне число – від 85 до 130. До складу входять переважно гліцериди лінолевої (40–57 %) та олеїнової (28–50 %) кислот; невисихаючі – арахісова, рицинова. Йодне число – до 85. У вмісті переважає олеїнова кислота (до 83 %).

*Відходи переробки насіння олійних культур і їх використання.* Макуха і шрот – це побічні продукти, які одержують після добування олії з насіння олійних культур. Вони є високобілковим концентрованим кормом для всіх видів сільськогосподарських тварин і входять переважно до складу комбікормів. За загальною поживністю макуха і шрот прирівнюються до зернових культур, значно переважаючи їх за вмістом протеїну (табл. 4.8).

За амінокислотним складом, біохімічною цінністю білки макухи і шроту відрізняються від білків зернових злаків більшим вмістом лізину, метіоніну, цистину, триптофану, кальцію та фосфору, вітамінів групи В.

Вуглеводи макухи і шроту складаються переважно з клітковини, геміцелюози, невеликої кількості цукрів і пектинових речовин, олії (до складу олії входять переважно ненасичені жирні кислоти). Вміст вітамінів та інших біологічно активних речовин залежить як від якості сировини, так і правильності ведення технологічного процесу.

За фізико-хімічними показниками макуха повинна відповідати певним нормам (табл. 4.9).

Зберігання макухи і шроту має свої особливості. Після виготовлення на виробництві вони мають дуже низьку вологість і високу температуру (у шроту – 100–105°C). Крім того, шрот містить деяку кількість розчинника. В такому вигляді макуха і шрот не придатні для тривалого зберігання тому, що олія швидко окислюється киснем повітря, продукт гіркне і його кормові якості

різко знижуються. До того ж при розщепленні жиру виділяється теплота, що може призвести до самоігрівання і навіть до самозагоряння продукту.

Таблиця 4.8

**Хімічний склад та поживність макухи і шроту, % (в середньому)**

Види макухи і шроту	Кормові одиниці в 100 г	Сирий протеїн	Сирий жир	Клітковина	Мінеральні речовини			Амінокислоти	
					кальцій	фосфор	натрій	лізін	метіонін + цистин
<b>Макуха</b>									
соняшникова	110	39,8	7,5	13,3	0,30	0,82	0,94	1,31	1,54
лляна	113	31,0	9,9	9,4	0,31	0,71	0,06	1,12	0,89
соєва	125	38,2	7,9	5,3	0,43	0,89	0,05	2,78	1,19
ріпакова	100	33,0	9,0	13,2	0,71	1,00	0,07	1,58	1,33
кукурудзяна	108	18,0	6,5	5,4	0,05	0,36	0,04	0,71	0,57
<b>Шрот</b>									
соняшниковий	104	38,6	3,6	14,1	0,33	0,82	0,94	1,38	1,84
лляний	103	33,3	1,9	9,7	0,33	0,74	0,14	1,18	1,08
соєвий	119	40,5	1,0	6,2	0,55	0,70	0,51	2,27	1,16
ріпаковий	90	38,3	2,3	12,0	0,66	0,93	0,02	1,69	1,95
кукурудзяний	116	18,0	3,7	7,6	0,05	0,36	0,03	0,94	0,72

Таблиця 4.9

**Фізико-хімічні показники макухи**

Показники	Соняшникова /звичайна/	Конопляна	Лляна	Ріпакова
Вологість, %, не більше	8	6-8	6-8	6-9
Сирий жир, %, не більше	7	8	7	7,2
Сирий протеїн, %, не менше	44	35	34	37
Зольні речовини, нерозчинні в 10 %-у розчині соляної кислоти, %, не більше	1,5	2	1,5	1,5
Лузга, %, не більше	15,5	-	-	-

Для підвищення стійкості макухи і шроту під час зберігання їх висушують та охолоджують, проводять відгонку розчинника. Вологість макухи і шроту відповідно до стандарту становить 6–10 %. Температура повинна бути не більше 35°C, а влітку не перевищувати температури повітря більш як на 5°C. Вміст розчинника в шроті при його відвантаженні не повинен перевищувати 0,1 %. Макуху і шрот зберігають насипом або в мішках у сухому темному й охолодженому приміщенні.

---

---

#### 4.6. Основи виробництва біопалива

Нестача викопних енергетичних ресурсів у розвинених країнах світу веде до розширення ефективного використання альтернативних джерел енергії. Поряд з використанням енергії сонця і вітру, все більшого поширення набуває біонафта, різні тверді органічні матеріали та біогаз, які є продукцією сільськогосподарського виробництва. Перспективність нехарчового використання останньої впливає також з аналізу динаміки цін на енергетичну, промислову та сільськогосподарську продукцію.

Аграрне виробництво із споживача традиційних видів енергії перетворюється у виробника їх зі значним потенціалом у майбутньому. У розвитку біоенергетики сільської місцевості у світі можна виділити три основні тенденції:

- скорочення загальних витрат енергії;
- збільшення використання відновлюваних джерел енергії;
- переважного застосування твердих видів біопалива.

*Тверде біопаливо.* Основними технологіями термічної переробки деревини та біомаси є пряме спалювання (найбільше вивчено і комерційно розвине), газифікація (знаходиться на демонстраційному рівні розвитку) і піроліз (знаходиться на дослідному рівні розвитку). На сьогодні світовим лідером з використання соломи в енергетичних цілях є Данія, де знаходиться в експлуатації біля 8000 фермерських установок потужністю 0,1–1,0 МВт, які споживають за рік 390 тис. т соломи і виробляють 5,6 ПДЖ енергії. Крім цього, в Данії експлуатується 62 теплових і 9 теплоелектричних станцій, які споживають 540 тис. т соломи щорічно. З метою отримання теплової енергії соломі в Європі використовують Австрія, Швеція, Фінляндія, Франція, Чехія та інші країни.

В Україні надлишок соломи та стебел усіх культур складає 21,1 млн т. Однак використання біомаси в енергетичних цілях проходить тільки своє становлення. За останній час виконано декілька демонстраційних проектів у області біоенергетики. Установки, впроваджені в рамках цих проектів, є першим сучасним великомасштабним біоенергетичним обладнанням у нашій країні.

Перспективним напрямом є енергетичне використання біомаси в технологічних агрегатах, перш за все в сушарках. Досвід реалізації тепла генераторів, які використовують органічні відходи, показує високу рентабельність подібних технологій при сушінні деревини. Ефективне використання енергетичних котлів потребує розробки технологій підготовки біопалива, систем автоматичного управління процесом спалювання та спеціальних (керамічних) матеріалів камери згорання.

Особливу увагу слід звернути на вибір технології й обладнання для переробки біомаси, які визначають величину капітальних витрат. Мінімізація цих витрат можлива за модернізації існуючих на підприємствах енергоагрегатів заміною конструкції топки і відповідних газоочисних споруд. Подібний підхід реалізований у вітчизняній практиці на котлах ДКВР.



---

---

*Рідке біопаливо.* За прогнозами спеціалістів, у найближчому майбутньому передбачається покриття до 10% світових потреб у дизельному пальному за рахунок рослинного рідкого палива. Метиллові ефіри використовуються як чисте паливо в Німеччині, Австрії і як 30, 20 і 5%-ні суміші з дизельним паливом у Франції, Швеції, США, Чехії та інших країнах. При цьому, наприклад, у США до 2012 року планується випускати щорічно близько 20 млн т рідкого палива. Виробництво рідкого біопалива проводять в єдиному технологічному процесі з насіння енергомістких культур або в два етапи переробки: насіння – в олію і олію – в біопаливо. Технологія випуску дизельного палива з ріпакової олії побудована на фізичній і хімічній переробці відфільтрованої олії до форми метилового ефіру. Під впливом каталізатора олія переетерифікується метанолом у метиловий ефір зі звільненням гліцерину. Вихідні компоненти практично не змішуються, тому після закінчення реакції відбувається гравітаційний розподіл суміші на два шари.

Експлуатаційні властивості рідкого біопалива також мають свої особливості. Воно абсолютно змішується з дизельним паливом. Ускладнений запуск двигуна виникає при температурі нижче + 5°C. Економічна ефективність біопалива в умовах нашої країни потребує комплексного врахування всіх прямих і побічних продуктів його виробництва. Щорічне виробництво ріпаку в Україні складає близько 300 тис. т. Цю кількість насіння можна розглядати як потенційний сировинний обсяг для початку виробництва близько 100 тис. т біопалива.

*Виробництво етанолу.* Етанол – це речовина універсального застосування, широко використовується в хімічній промисловості та у харчових виробництвах. Крім того, етанол – один з найбільш перспективних джерел енергії. Виробництво етанолу як палива для двигунів внутрішнього згоряння почалося в Бразилії під час нафтової кризи в 1970-х рр. Надалі його виробництво почалося в багатьох країнах.

Використання спирту як альтернативного палива для автомобілів було предметом дискусії з моменту їх винаходу. У наш час воно набуло особливої значимості у зв'язку з вичерпанням запасів викопного палива та серйозними екологічними наслідками його спалювання. У багатьох країнах проводяться дослідження для оцінки переваг етанолу в якості присадки до палива. Застосовуваний у якості присадки до палива метил-трет-бутиловий ефір є токсичним похідним метанолу й викликає значні забруднення повітря й ґрунтових вод. Тому виробники нафтопродуктів усе ширше заміняють його етил-трет-бутиловим ефіром, який синтезується з етанолу й зовсім безпечний для навколишнього середовища (дод. рис. 5).

Виробництво спирту для напоїв не менш важливе, як виробництво етанолу в якості палива. Ключовою відмінністю між цими двома галузями є вибір сировини для одержання кінцевого продукту. Від питного спирту потрібна особлива чистота й наявність екстрактивних речовин. У якості сировини для будь-якого спиртового шумування звичайно використовуються продукти, що містять вільні моно- і олігоцукри, крохмаль або целюлозу, такі як кукурудза, сорго, пшениця, ячмінь, жито, цукровий буряк, тростинний

---

---

цукор, меляса й ряд фруктів, наприклад, виноград. Якщо глюкоза, що міститься в цукроносних рослинах, зброджується безпосередньо, то крохмаль зернових продуктів гідролізується. Для цього використовуються або хімічні (наприклад, кислотний гідроліз при високій температурі), або ферментативні методи (наприклад, солодження зерна). Для зброджування використовуються особливі раси або генно-інженерні штами *Saccharomyces cerevisiae*, найбільш стійкі до спирту, і здатні накопичувати до 15–20% етанолу в середовищі.

Незалежно від кінцевого призначення спирту його виробництво включає наступні технологічні етапи:

- вихідна сировина розмелюється й зазнає гідролізу;
- суміш цукрів зброджується дріжджами;
- брага надходить у перегінну колону, де відганяється спирт-сирець;
- спирт-сирець потім використовується для одержання чистого етанолу шляхом ректифікації;
- сухий залишок, який не піддався ферментації, є побічним продуктом і може використовуватися в якості добрива. Барда, що залишилась після перегонки (дріжджовий осад), висушується й використовується як корм тваринам.

*Ріпак як сировина для виробництва безпечного для навколишнього середовища біологічного пального.* Європейські країни (ЄС) закупають 47% витратної енергії, 75% з яких у вигляді нафти. Прогнози на майбутнє говорять про щорічне збільшення імпорту на 1,9%.

Сучасне пальне складає неабияку небезпеку для навколишнього середовища. Варто лише згадати про парниковий ефект, що виник у результаті збільшення CO<sub>2</sub> в атмосфері. Його концентрація збільшується щорічно на  $1,5 \times 10^{-3}$  %/год і в 2050 році вдвічі перевищить концентрацію CO<sub>2</sub> в доіндустріальний період. Крім того, сірка, яка міститься в дизельному паливі, призводить до утворення великої кількості оксидів, котрі зумовлюють зникнення лісів. Розвинені країни гостро поставили проблему сірки, вбачаючи вирішення її необхідним для зменшення навантаження і збереження родючості удобрюваних сільськогосподарських угідь.

За вимогою ЄС у 1980 році була створена організація “Євробіодизель” (GEIE), яка зайняла одне із провідних місць в “енергетичній мережі” і вирішує питання виробництва палива з рослинних олій. Розвиток напряму з вирощування олійних як джерела палива отримало високу оцінку на ринку енергетичних ресурсів. Розвиток “енергетичної системи” за допомогою олійних дає унікальну можливість для історичної трансформації європейського сільського господарства з виробника продуктів харчування у виробника палива. Останнє характеризується високою конкурентоспроможністю на європейському ринку і, що дуже важливо, безпечністю для оточуючого середовища.

Ріпак вважається однією із найважливіших (після пальми та сої) олійною культурою в світі, яка є джерелом одержання рослинного масла. За останні 20 років за значенням і поширенням він випередив арахіс, зерна бавовни і навіть, як не дивно, соняшник. Цьому посприяло виведення сортів, які містять мало ерукової кислоти та глюкозинолатів. У Канаді сорти ріпаку,

---

---

що задовольняють вимоги за вмістом цих речовин, називаються канола. Канадська Асоціація Канола має торгову марку, яка включає сорти ріпаку, які містять не більше 2% ерукової кислоти (С 22:1) у олії. Згідно з європейськими стандартами, вміст усіх глікозинолатів не повинен перевищувати 20 мкмоль/г.

За даними ФАО посівні площі під ріпаком у світі щороку сягають 22–24 млн га. Понад дві третини його виробництва (70%) сконцентровано в Китаї, Індії й Канаді – по 5,6–6,1 млн га. Великі площі під ріпак відведено також у США, Австралії, Новій Зеландії, країнах Західної Європи, Польщі. Загалом 28 країн світу вважають ріпак основною олійною культурою. Як європейська олійна культура набув істотного поширення в середині ХІХ століття. Нині його посіви на європейському континенті сягають 3,3–3,5 млн га. До Західної України він був завезений з Німеччини, причому на початку минулого століття його посіви за площею значно перевищували посіви соняшнику.

Значне збільшення виробництва насіння ріпаку зумовлене широким спектром використання олії для продовольчих потреб, а макухи (шроту), як концентрованого кормового білка, для годівлі сільськогосподарських тварин. Інтерес до цієї культури викликаний також великою необхідністю в одержанні олії з високим вмістом ерукової кислоти для промислових (технічних, хімічних) потреб.

У Лісостепу України ріпак є поряд із соняшником і соєю основною олійною і білковою культурою. Як промисловою культурою його почали інтенсивно впроваджувати лише останніми десятиріччями. Площа під ним зросла до 100 тис. га, а урожайність становила в середньому 15 ц/га. Окремі господарства отримують 30–35 ц/га насіння. У структурі посівних площ він займає 0,3–0,5%.

Незначні обсяги виробництва товарного насіння ріпаку зумовлені відсутністю державної системи заготівлі, матеріально-технічної бази, добрив, високоефективних пестицидів, техніки для вирощування, збирання і очистки урожаю, відсутністю переробної промисловості. Розрахунки свідчать, що площі посіву ріпаку в найближчі роки можна збільшити у 6–8 разів і довести до 500 тис. га і більше, а врожайність товарного насіння збільшити до 24–26 ц/га. Це дозволить виробляти 380–400 тис. т олії, 500–600 тис. т концентрованого кормового білка, який за протеїном у 8–10 разів перевищує комбікорми.

Олія, вироблена з вітчизняних сортів ріпаку, за вмістом основних жирних кислот прирівнюється до маслинової і придатна для використання безпосередньо в їжу, для виготовлення маргарину, майонезу, кулінарних жирів та інших високоякісних продуктів харчування.

Олія з високоерукових сортів ріпаку використовується для виробництва змащувальних матеріалів з високою стійкістю: гідравлічні мастила, змащувальні, охолоджувальні змащувальні, антикорозійні, для змащування пилових ланцюгів та пил, адгезійні, масла для видалення іржі, біодизельне паливо, пилезатримуючі масла в приміщеннях для зберігання зерна, моторне і

---

---

трансмійне масла, масла для м'яких мастил. У найближчому майбутньому більшість мінеральних масел можуть бути замінені рослинними.

Крім того, з олії ріпаку одержують гліцерин, метиловий ефір, жирні кислоти, з яких виготовляють кислоти, мила, спирти, сульфати, ефіри та аміни. Масло ріпаку може конкурувати з іншими рослинними оліями та тваринними жирами, які використовують для технічних цілей.

Заміна мінеральних масел на рослинні викликана екологічними проблемами. Ріпакова олія біологічно швидко розкладається і не несе в собі загрози для водоймищ: у ґрунті вона через 7 діб розкладається на 95% (мінеральне масло тільки на 16%).

Пальне одержують після видалення з олії гліцерину, який закоксує форсунки паливної системи двигуна. Його ще називають ріпак-метиелефіром (PME). У країнах, які не мають власних запасів нафтопродуктів, взяли за спроби замінити дизельне пальне на PME. До вирішення цих проектів включилися всесвітньо відомі фірми і компанії. У 1992 році французька компанія "Рено" випробувала новий автомобільний двигун, що працює на PME. Оснащений ним автомобіль "Рено-21" пройшов 19 тис. км, показавши високу швидкість й економічність (витрата пального – 4 л на 100 км). Американська фірма "Нертон" також випробовує нові двигуни на пальному з ріпаку. В Бельгії й Нідерландах уже 80–85% громадського транспорту працює на біологічному пальному. Перша в Австрії фабрика комерційного виробництва біодизельного пального потужністю 500 т на рік була відкрита 1985 року. Через п'ять років його випуск зріс уже до 20 000 т. За даними Британської асоціації біопалив та олій (BABFO), 1995 року виробництво біодизельного пального в Європі сягало 327 000 т, а в найближчому майбутньому має зрости до 625 тис. т.

Ріпакова олія як біопаливо може використовуватися у вигляді чистої олії холодного пресування та етерифікованої. У першому випадку пальне підходить до двигунів з вихровою камерою, дообладнаних додатковою апаратурою для вприскування олії. На етерифікованій олії можуть працювати звичайні двигуни без переобладнання. Втрата потужності двигуна після переведення його на біопаливо становить лише 5–10%.

Одержану після пресування олію очищають від побічних продуктів, фосфатидів, надмірної вологи, проводячи часткове рафінування (гідратацію, лужне рафінування і відбілювання). На етапі етерифікації, який проходить за безперервного перемішування з обігріванням, за допомогою надмірного введення метанолу одержують потрібний продукт – PME і як побічний – гліцерин, який, до речі, має досить високу ціну, чим дозволяє знизити загальні затрати на виробництво основного продукту.

Раніше PME використовували як пальне для двигунів. За розробками останніх років рекомендується здійснити ще кілька технологічних операцій. У ході додаткових заходів (очищення, дистиляції і кондиціонування) PME звільняють від надлишків метанолу, залишків каталізаторів, додають речовини, які підвищують якісні показники пального, його можливості

---

---

працювати взимку тощо. Одержане в кінцевому підсумку пальне не тільки екологічно чисте, але конкурентоспроможне і надійне в роботі.

Використання ріпакової олії у виробництві пального для дизелів можливе трьома основними методами, які мають свої позитивні й негативні сторони. Перший метод – переетерифікація олії, тобто одержання метилефіру, високоякісного дизельного пального. Це технологія, що потребує відповідного хімічного обладнання. На будівництво підприємств і розробку обладнання (або його купівлю за кордоном) потрібен час і значні кошти.

Прикладом виробництва може служити виробництво екодизельного палива за направленою реакцією перетворення рослинної олії з метиловим спиртом у метилестер. Метилестер після рафінування може бути використаний для дизельних моторів і теплових фабрик. Ця технологія розроблена інженерною групою “Балестра” (Італія). Промислове застосування процесу можливе з максимальною ефективністю незалежно від об’ємів і розмірів фабрики. Процес відбувається при температурі та під тиском, котрі не становлять ніякого ризику для оператора. Контроль за процесом відбувається автоматично в усіх фазах. Процес не призводить до істотної емісії будь-яких інших, крім природних (пари  $H_2O$ ), продуктів термічних процесів. Виробництво безвідходне, не дає рідких і твердих відходів. Продукт переробки “Екодизельне паливо” відповідає найбільш суворим європейським стандартам, а гліцерин – промислової та фармацевтичної якості.

Порівняльний аналіз якості вихлопних газів традиційного і дизельного палива показав істотну перевагу останнього з екологічної точки зору. Зокрема кількість димних часток знизилась більш як на 50%. Емісійні характеристики екодизеля підтверджують, що це прекрасне екологічно чисте паливо, особливо стосовно зниження колоїдних вуглеводних часток. Емісія оксидів сірки і ароматичних складових близька до нуля. Баланс  $CO_2$  дорівнює нулю. Екологічна привабливість цього палива – очевидна.

Другий метод – використання ріпакової олії як пального для дизелів без переробки (не враховуючи необхідне очищення – наприклад, фільтрування). У цьому випадку необхідно розробити нові дизелі, освоїти їх виробництво або реконструювати дизелі, що були в експлуатації. Тобто знову потрібен час і великі кошти.

Третій метод – використання сумішей нафтового дизельного пального з ріпаковою олією у відповідних допустимих співвідношеннях або сумішей ріпакової олії з іншим вуглеводневим паливом.

Розроблена і освоєна у Національному технічному університеті України, Українському транспортному університеті та Київському ВО “Більшовик” екструзійна установка призначена для одержання олії з насіння ріпака, продуктивністю 10–12 кг за годину. Розроблено і освоєно спеціальний гідрозмішувач інтенсивної дії, на якому проведені відповідні експерименти, пов’язані з одержанням сумішей дизельного пального з ріпаковою олією. Продуктивність установки – 5–10 т суміші за годину.

З допомогою зазначених установок були виготовлені партії сумішей (10, 20, 30, 40% ріпакової олії в суміші з дизельним паливом) і проведено

---

---

дослідження роботи тракторного дизеля Д-243. Стан суміші із в'язкістю, а також результати всебічних експериментів з заміром потужності, питомої витрати пального, складу продуктів згорання показують, що доцільно використовувати суміші з 20% ріпакової олії. При цьому енергетичні, економічні та екологічні показники роботи дизеля практично не змінюються у порівнянні з роботою на нафтовому дизельному пальному.

Слід зазначити, що з метою запобігання забрудненню системи живлення дизеля до і після змішування необхідно провести відстоювання і фільтрацію дизельного пального, ріпакової олії і їх суміші. Крім того, проводяться модельні експерименти з метою визначення можливості використання сумішей (25, 50% ріпакової олії) у газотурбінному циклі, що може стати основою створення відповідних установок з високим коефіцієнтом корисної дії.

Незаперечна цінність біодизеля в його екологічній чистоті й можливості одержання з відновлюваної сировини. У природних умовах біодизель та мастила з ріпака знешкоджуються мікроорганізмами впродовж 7–8 днів на 95%, а звичайні нафтопродукти – на 16%.

Порівняно зі звичайним дизелем він має ту перевагу, що завдяки високій частці ріпакової олії при його згорянні виділяється тільки така кількість CO<sub>2</sub>, яку рослини взяли з атмосфери, що не впливає на клімат.

Використання ріпакової олії в звичайних дизельних двигунах, як правило, неможливе, оскільки вона за своїми властивостями сильно відрізняється від дизельного палива. Технічно це завдання можна вирішити двома шляхами: пристосувати паливо до двигуна або створити двигун, що працює на рослинному біопаливі.

Біодизель виробляється з будь-якої рослинної олії, яку можна отримати з насіння. При цьому його якість залежить лише, насамперед, від ступеня підготовки рослинної олії до виготовлення біодизелю.

*Біогаз.* Розвиток технологій та технічних засобів виробництва біогазу спрямований на комплексне вирішення проблем альтернативного енергозабезпечення тваринницьких ферм, виробництва високоякісних органічних добрив для кормовиробництва та утилізації органічних відходів при зниженні рівня емісії шкідливих речовин в навколишнє середовище. Розроблено та реалізовано концепцію технічного і технологічного вирішення проблеми сумісного використання органічних добрив та рослинної біомаси в біогазових реакторах.

Нове устаткування дозволяє отримувати високоякісний біогаз з органічних добрив із використанням зеленої маси таких відновлюваних енергетичних ресурсів, як силосна кукурудза, багаторічні трави, кормові буряки та гичка цукрових буряків. На нових тваринницьких фермах сучасним є спеціальний блок, що займається біоенергетикою. Це елемент, що дозволяє використати біогаз для енергозабезпечення потреб ферми, екологічно безпечно утилізувати органічні залишки і забезпечити кормовиробництво високоефективними твердими та рідкими біодобривами тощо.

---

---

Технологічний процес розпочинається в первинній місткості, де рідкі і тверді органічні добрива перемішуються до однорідної маси і подаються в реактор за допомогою помпи. Якщо суміш достатньо рідка, то від первинної місткості можна відмовитись, подаючи сировину безпосередньо в реактор. Це стає можливим при застосуванні суміші з сінажу кормових буряків. Бродіння проходить в реакторі, в якому підтримується постійна температура 35–45°C, при якій бактерії працюють найефективніше. З реактора суміш самопливом перетікає в місткість-сховище, де завершується бродіння. Це технологічна схема біогазової установки сховище – поточного типу.

Під час бродіння в реакторі до бродильної суміші постійно додається свіжа суміш, яка і витісняє перероблену в іншу місткість. За допомогою механічних змішувачів процес бродіння в реакторі розподіляється рівномірно за об'ємом. Бродильна суміш залишається в реакторі стільки часу, скільки це біологічно необхідно для розкладання органічних речовин бактеріями. За оптимальних умов органічні речовини розкладаються на 90–95% за 35–45 діб. Особливу увагу необхідно звертати на однорідність бродильної суміші. В реакторі бактерії повинні бути постійно забезпечені органічними речовинами, що потребує постійної подачі однорідної органічної суміші в реактор.

У сховищі перероблена суміш зберігається до весни як високоцінне біодобриво.

Біогаз має в своєму складі незначну кількість сірки, яка впливає на довговічність агрегатів установки. Для виділення сірки з біогазу на поверхню бродильної суміші в реакторі за допомогою невеликого компресора задувається свіже повітря. Це призводить до того, що спеціальні мікроорганізми перетворюють газоподібну сірку в твердий стан, після чого вона стає цінною складовою органічних добрив. Біогаз зберігається в гумовому сховищі з об'ємом добового виробітку. В силовій установці (двигун внутрішнього згорання + генератор) газ перетворюється в електричний струм і тепло. З енергії біогазу утворюється 30–35% електричного струму і 70–65% теплової енергії з загальним ККД 85–90%.

Перероблені в біогазовій установці органічні добрива зі свиноферми практично не мають неприємного запаху і є цінними для сільськогосподарських культур за вмістом поживних речовин. Але вони мають вищий вміст аміаку порівняно з первинною сировиною, що обумовлює проблему підвищеного виділення аміаку при внесенні добрив. При внесенні вироблених в біогазовому реакторі добрив звичайним способом (розкидачем з тарілчастим апаратом) втрати аміаку на 85% більші, ніж при їх локальному внесенні штанговим шланговим розкидачем безпосередньо на ґрунт.

Використання альтернативних джерел енергії в сільській місцевості дозволяє істотно здешевити процес агропромислового виробництва.

---

---

### *Запитання для самоконтролю*

1. Яка відмінність у хімічному складі різних частин зернівки?
2. На чому ґрунтується принцип виробництва борошна?
3. Що таке вихід та сорти борошна ?
4. Особливості технології одержання пшеничного і житнього борошна.
5. Яка відмінність між драними і розмелювальними системами?
6. Назвіть устаткування для сортового помелу пшениці.
7. Режимми і способи зберігання борошна, висівок, зародків.
8. Який хімічний склад пшеничного і житнього хліба?
9. Зазначте складові рецептури для випікання пшеничного хліба.
10. Які вимоги ставляться до якості води, кухонної солі, дріжджів для приготування тіста?
11. Від чого залежить високий об'єм хліба?
12. Яка відмінність між опарним і безопарним способами випікання хліба?
13. Що таке хліб? Який принцип консервування є основою його збереження?
14. Які процеси відбуваються в хлібі при його зберіганні?
15. Зазначте відмінність у підготовці зерна до помелу та одержання крупи.
16. Які показники якості зерна важливі для виготовлення крупи?
17. Назвіть основні показники якості зерна для одержання високого виходу крупи.
18. Які процеси входять до технології підготовки зерна для одержання крупи?
19. Технологічні схеми виробництва крупи з проса, гречки, ячменю, вівса, гороху, кукурудзи: в чому подібність їх і різниця?
20. Для якої крупи застосовують гідротермічну обробку зерна?
21. Назвіть основну та додаткову сировину, що використовується для виробництва макаронних виробів.
22. Охарактеризуйте логічний процес приготування макаронних виробів.
23. Які існують типи замісу макаронного тіста (за температурою та вологістю)?
24. Як формують макаронне тісто?
25. Назвіть особливості сушіння макаронних виробів.
26. Які вимоги висувають до якості макаронних виробів?
27. Від чого залежить втрата сухих речовин при варінні макаронних виробів?
28. У чому полягає відмінність між термінами «олія» та «жир»?
29. Які хімічні речовини входять до складу рослинних жирів?
30. Які основні елементи технологічного процесу виробництва соняшникової олії пресовим способом?



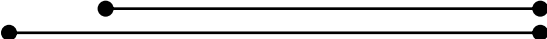
- 
- 
31. Які основні елементи технологічного процесу виробництва соняшникової олії екстрактивним способом?
  32. Які види очищення застосовують при одержанні олії?
  33. У чому відмінність між соняшковим шротом і макухою?
  34. Які є методи визначення якості олії?
  35. Як зберігають олію, шрот, макуху?
  36. У чому перспектива виробництва біопалива?
  37. Які види рідкого біопалива є?
  38. У чому особливість ріпаку як біокультури?
  39. Куди використовується олія з високоерукових сортів ріпаку?
  40. Вкажіть особливості виробництва біогазу.

---

---

## РОЗДІЛ 5

# ЗАГАЛЬНІ ВЛАСТИВОСТІ ПЛОДІВ, ОВОЧІВ І КАРТОПЛІ ЯК ОБ'ЄКТІВ ЗБЕРІГАННЯ ТА ПЕРЕРОБКИ



### 5.1. Морфологічні і фізіологічні особливості об'єктів зберігання

Кліматичні умови України сприятливі для вирощування багатьох плодово-ягідних та овочевих культур. Однак урожай деяких культур швидко псується, тому його використовують у день збирання, а плоди інших культур надходять на зберігання. Стійкість до транспортування та механічних пошкоджень залежить також від будови плодів та їх шкірних покривів. Уся продукція плодівництва та овочівництва, крім горіхоплідних та деяких видів гарбузових, має тонку шкірку, що не протидіє ударам, від яких травмуються ніжні високообводнені тканини. Великі плоди за падіння травмуються більше, однак під час зберігання насипом витримують більші навантаження, ніж середні та особливо дрібні.

*Покривні тканини* плодів, овочів, картоплі, як і покривні тканини інших рослинних органів, складаються з клітин та міжклітинників. Як уже зазначалося, через низький вміст білків та колоїдів у плодах мало зв'язаної води, яка через клітинну оболонку легко випаровується за низького тиску водяної пари навколишнього (сухого) повітря. Дрібні плоди, які мають значну поверхню випаровування, завжди швидко в'януть за низької вологості повітря. Межа в'янення, нижче якої плоди втрачають здатність відновлювати тургор, така: бульб картоплі – 4–5 %, моркви, буряків 6–7, листових овочів 3–4 %. Тому для нормальної життєдіяльності, щоб підтримати тургор, більшість плодів зберігають в умовах високої відносної вологості повітря або коли вологість дорівнює чи перевищує вміст води в об'єкті, що зберігається.

Якщо відносна вологість навколишнього середовища висока, то невеликі втрати води від в'янення можуть відновлюватись. За різкого зниження температури навколишнього середовища утворюється конденсаційна волога на плодах, а отже, виникають сприятливі умови для розвитку мікрофлори, яка викликає захворювання плодів.

У будь-якій продукції рослинництва під час зберігання відбувається процес дисиміляції – розкладання запасних речовин та вивільнення енергії, яка використовується на підтримання діяльності і продовження онтогенезу. Останній залежно від виду плодів має певну спрямованість. Для репродуктивних органів – це дозрівання насіння, тобто закінчення онтогенезу. Для органів вегетативного походження (бульб) та дворічників (коренеплоди, цибулини, які є проміжною ланкою тривалого періоду онтогенезу) характерні дисиміляція (дихання), диференціація бруньок та продовження онтогенезу.

Інтенсивність дисиміляції залежить як від зовнішніх факторів (температури і відносної вологості повітря за зберігання), так від самого плоду (умов вирощування, ступеня стиглості, травмованості, сорту та ін.).

У великих плодів процес дисиміляції відбувається за участю кисню лише у зовнішніх шарах, тобто здійснюється аеробне дихання, а дихання решти тканин внутрішніх частин плодів – анаеробне. Тому дихальний коефіцієнт (відношення виділеного вуглекислого газу до поглинутого кисню) для плодоовочевих культур є більшим за одиницю. Кількість теплоти, яка виділяється під час дихання, залежить від виду плодів чи овочів, їх фізіологічного стану і зовнішніх умов середовища. Так, інтенсивність дихання бульб ранньої картоплі в основний період зберігання більша, ніж пізньої, а гострих сортів цибулі – менша, ніж напівгострих та солодких. Наприклад, цибуля і картопля, які перебувають у стані спокою, виділяють під час дихання теплоти 1 – 3 МДж/т за добу, а капуста – до 4 МДж/т за годину. Інтенсивність дихання залежить переважно від фізіологічного стану овочів. Після механізованого збирання, коли плоди травмовані, інтенсивність їх дихання зазвичай досить висока. Для бульб та коренеплодів її можна порівнювати з інтенсивністю дихання плодів у процесі заживлення ран (табл. 5.1). Щодо інших плодів потрібно цілеспрямовано знижувати інтенсивність дихання, штучно створивши середовище з низькою температурою та з меншим доступом кисню.

Таблиця 5.1

**Вплив умов середовища на товщину шару загоювання ран на бульбі картоплі, мк (за С. Ф. Поліщуком)**

Лікувальний період, дів	Відносна вологість повітря, %					
	45 – 50		75 – 80		85 – 95	
	Температура зберігання, °С					
	18 – 20	14 – 16	18 – 20	14 – 16	18 – 20	14 – 16
4	183	152	179	161	246	172
12	223	297	234	267	341	317
16	341	332	328	341	396	340
30	340	335	330	338	397	345

---

---

Дослідження останніх років дали змогу виявити різну інтенсивність дихання різних тканин плода: у шкірних покриттях та підшкірній тканині завдяки доброму доступу кисню вона вища, ніж у внутрішніх тканинах.

*Період спокою у плодів* може бути довгим – з низькою і коротким – з високою інтенсивністю дихання. Поняття спокою притаманне для бульб, коренеплодів, цибулин, головок капусти та інших, тобто для рослин з дворічним циклом розвитку. У період спокою в них відбувається диференціація бруньок. Для кожного виду овочів лише за певних температурних умов відбувається проходження диференціації – закладання генеративної бруньки, з якої розвиватиметься квітконос. Тому, залежно від цільового призначення закладеної на зберігання овочевої продукції, або створюють відповідні умови для проходження диференціації бруньок (для овочів насінного призначення, з яких у наступний вегетаційний період вирощуватимуть насіння), або, навпаки, запобігають їй – восени у коренеплодів продовольчого призначення зрізують верхівкову бруньку.

*У фруктів, ягід, плодів овочів*, які містять насіння, *природного періоду спокою немає*. Через високу інтенсивність дихання їх насіння всередині плода (яблук, помідорів, ягід та ін.) швидко досягає і строк зберігання закінчується. Враховуючи це, для продовження періоду дозрівання насіння штучно створюють несприятливі для інтенсивного дихання умови (холод, зміна газового складу повітря) і досягають пізнішого настання фізіологічної (повної) стиглості, яка збігається з набуттям плодом найкращих товарних та харчових якостей (плодові овочі, яблука, айва, груші, цитрусові та ін.). Ці плоди не мають здатності заліковувати пошкодження, тому в день збору їх закладають у холодильники, що є однією з умов тривалого зберігання.

*Підвищення інтенсивності дихання* плодовоовочевої продукції через деякий час після зберігання (навіть у холодильниках) зумовлене різними причинами. Так, для бульб, коренеплодів, цибулевих, капустяних настає такий період, коли починається їх проростання, і в цей час інтенсивність дихання збільшується в десятки разів. У деяких плодів (яблук, груш, слив та ін.) вона зростає наприкінці дозрівання насіння і цей період називається *кліматеричним*. Він збігається з періодом дозрівання насіння. Потім м'якоть плода уже не потрібна для досягання насіння, оскільки між ними втрачається функціональний зв'язок і тканина плода швидко перезріває, втрачаючи свої товарні та споживчі якості. Багато плодів (цитрусові, дині та ін.) не мають виражених ознак кліматеричного періоду, однак після досягнення насінням стиглості лежкість їх знижується.

Під час проходження періодів будь-якого фізіологічного стану на інтенсивність дихання впливають температура (чим вона вища, тим більша інтенсивність дихання), вологість і доступ кисню (табл. 5.2), зокрема вологість по-різному впливає на збереженість плодів. У одних (цибулевих) з підвищенням відносної вологості повітря посилюється інтенсивність дихання, в інших, навпаки, із зниженням відносної вологості повітря порушується стан тургору, що призводить до посилення інтенсивності дихання.

Таблиця 5.2

**Інтенсивність дихання овочів залежно від якості продукції,  
температури та строків зберігання (за М. М. Івакіним)**

Культура	Стан продукції	Температура, °С	Виділення CO <sub>2</sub> за годину на 1 кг продукції, мг							
			вересень	жовтень	листопад	грудень	січень	лютий	березень	квітень
Ріпчаста цибуля	Ціла	1	4,6	4,2	5,1	2,8	2,8	2,9	3,4	5,5
	Різана	1	11,8	14,1	14,1	5,1	4,1	5,3	6,1	8,2
	М'ята	1	6,9	7,4	4,6	2,8	2,6	3,1	4,5	5,7
	Оголена	1	6,4	5,2	6,1	3,9	3,4	3,3	5,9	8,9
	Напівоголена	1	4,6	4,3	5,1	2,8	3,4	4,6	5,1	5,6
Часник ярий	Цілий	1,6-4	9,2	4,3	4,1	3,4	3,9	3,3	3,7	4,3
		1-2	8,3	3,8	3,8	3,2	3,6	2,7	3,4	3,7
Часник озимий	Цілий	1,6-4	9,1	8,9	8,7	8,5	7,9	6,3	7,7	8,6
		1-2	8,3	8,9	7,7	6,5	4,5	4,1	6,7	6,9
Капуста білоголова	Ручного збирання	0-1	-	-	2,2	2,5	2,5	2,7	4,4	9,0
	Механізованого збирання	0-1	-	-	2,9	2,8	3,0	3,3	5,4	11,6

За більшого доступу кисню (наприклад, до порізаних плодів та бульб), а також за будь-якого коливання температури *інтенсивність дихання підвищується*. Для деяких видів плодів існує залежність інтенсивності дихання від температури та газового складу повітря.

Загальним правилом за зберігання всіх плодів є зниження інтенсивності дихання з обмеженням доступу до них кисню.

Інтенсивність дихання впливає на інші фізіологічні зміни плодів під час зберігання, зокрема на тривалість періоду спокою і настання проростання у дворічників та на швидкість дозрівання плодів генеративного походження.

*Тривалість періоду спокою є характерною* особливістю певного сорту – у пізніх сортів він більш тривалий, у ранніх – менш тривалий. Він також залежить від кількості запасних поживних речовин у плоді – чим їх більше, тим довший цей період. Нездатність до проростання у перший період спокою, як правило, пов'язана з відсутністю поділу клітин меристемної тканини, поштовхом до якого є нагромадження певної кількості нуклеїнових кислот, які сприяють початку поділу клітин, тобто початку проростання. Для їх утворення потрібна енергія, що вивільняється під час дихання.

Тривалість періоду спокою пов'язана також з наявністю природних інгібіторів у плодах, кількість яких максимальна на початку і майже відсутня наприкінці їх зберігання. Проростання прискорюється також етиленом, що

утворюється у плодах за анаеробного дихання, яке завжди відбувається у внутрішніх тканинах.

Під час газообміну відбувається виділення води. За вищої інтенсивності дихання вологовиділення зростає (табл. 5.3).

Таблиця 5.3

**Інтенсивність виділення води овочами за різних температур зберігання**  
(за М. М. Івакіним)

Овочі	Кількість води, яку виділяє 1 т овочів за добу, г, при температурі, °С		
	+2	+5	+10
Капуста	380	420	560
Морква	300	370	420
Буряки	270	360	540
Цибуля	240	270	450

Усі фактори, що посилюють інтенсивність дихання (температура, наявність кисню, коливання температур та ін.), спричинюють появу енергії, яка не вся йде на підтримання життєдіяльності організму. Надлишок її викликає синтез усіх фракцій РНК та появу фракції високомолекулярної РНК, з утворенням яких змінюється фізіологічний стан меристеми і вона починає ділитися, приводячи до іншого фізіологічного стану весь організм, – закінчення періоду спокою та початку проростання (коренеплодів, бульб, цибулин). Для гальмування періоду проростання використовують різні інгібітори (найчастіше гідрел – кислоту 2-хлоретилфосфонову кислоту), які одночасно підвищують стійкість овочів проти хвороб.

*Загальною особливістю овочів, фруктів, ягід, призначених для зберігання, є набуття ними стану зрілості. У більшості плодів та овочів розрізняють знімальну, технічну (технологічну) та споживчу стиглість. Ягоди і більшість кісточкових не дозрівають у процесі зберігання, тому у них знімальна, технічна і споживча (фізіологічна) стиглість настають одночасно.*

Для плодів зерняткових та помідорів характерні всі три ступені стиглості. Їх збирають за різного ступеня стиглості залежно від цільового використання та строків стиглості. Ранні сорти, наприклад, ранньостиглі яблука, збирають раніше за настання технічної (технологічної) стиглості з тим, щоб за транспортування до місць переробки залишався час для настання технічної стиглості, але так, щоб не настало перезрівання. Помідори можна збирати з різним ступенем стиглості залежно від цільового призначення. Їх знімальна стиглість може бути одночасно технологічною, споживчою та фізіологічною за збирання у фазі червоної стиглості (вона ж є фізіологічною і технологічною, якщо помідори використовують для виготовлення томатопродуктів).

Знімальна стиглість пізніх зерняткових сортів не збігається із споживчою (фізіологічною) й технологічною (для переробки придатні плоди майже споживчої стиглості). Це потрібно враховувати в період зберігання,

---

---

що дає змогу розтягнути строки споживання свіжої плодоовочевої продукції у міжсезоння.

Знімальну стиглість продукції кожного сорту визначають за характерними для кожного сорту властивостями. Передчасно зібрані плоди не набувають таких властивостей і споживчих якостей за подальшого зберігання, а за запізнення із збиранням зерняткових пізніх строків дозрівання тривалість цього періоду скорочується, а лежкість погіршується. Найкращі споживчі якості мають плоди, зібрані в оптимальні строки. Вони характерні для кожного сорту. Визначають ці строки за забарвленням м'якоті й шкірки, консистенцією, крохмальною пробою, станом насіння, а також за сумою ефективних температур у вегетаційний період.

*Строк збирання* врожаю за крохмальною пробою (вмістом крохмалю у плодах) визначають за допомогою п'ятибальної шкали. Так, яблука зимових сортів можна закладати на тривале зберігання за оцінки 3–4 бали.

У процесі дозрівання плодів змінюються їх хімічний склад, консистенція і зовнішній вигляд. Ягоди й більшість кісточкових збирають за досягнення ними повної (фізіологічної) зрілості, коли хімічний склад їх оптимальний і характеризується, залежно від сорту, певним співвідношенням сухих речовин і води. Серед сухих речовин на початку дозрівання переважають сахароза, а наприкінці – моносахариди, збільшуються цукрово-кислотний коефіцієнт, вміст воскоподібних та поліфенольних (каротиноїдів, флавонолів, антоціанів) речовин, знижується вміст хлорофілу, протопектину, дубильних речовин та органічних кислот.

Кількість органічних кислот зменшується і, крім того, вони змінюються якісно, наприклад, у яблуках янтарна кислота перетворюється на яблучну. Частина цих кислот використовується на дихання, решта – піддається декарбоксілюванню, в результаті чого утворюється ацетальдегід, що спричинює побуріння тканин та зміну смаку плода. У плодах і ягодах також зростає вміст етилену, який, виділяючись, прискорює процес дозрівання. На цій здатності ґрунтується, наприклад, дозрівання помідорів. Коли потрібно подовжити строк зберігання, то вентильованням видаляють утворений етилен.

В період дозрівання плодів хлорофіл перетворюється на каротин та інші барвники, які збагачують плоди на вітаміни. Вміст аскорбінової кислоти у більшості ягід (крім смородини), в кісточкових та зерняткових збільшується під час дозрівання, а в овочах (цибулі, капусти) й картоплі, навпаки, знижується.

Змінюється також склад азотистих речовин. У більшості плодів та ягід кількість білків зростає до початку настання фізіологічної зрілості. Азотисті речовини беруть участь у багатьох реакціях вуглеводного та жирового обміну. За перезрівання плодів білкові речовини розпадаються до кетокислот та аміаку. Кетокислоти за подальших окисно-відновних перетворень розщеплюються до одноатомних спиртів і разом з іншими продуктами неповного окислення надають плодам специфічного запаху й смаку.

---

---

Придатні для споживання плоди – дозрілі, вони в цей час мають найкращі споживчі якості завдяки оптимальному хімічному складу, який визначає їх харчову та біологічну цінність.

Найчастіше (але не завжди) настання споживчої стиглості визначають за забарвленням плодів та їх консистенцією. Якщо, наприклад, яблука зібрані у знімальній стиглості, то вони нормально дозрівають, набуваючи характерних для сорту зовнішнього вигляду та смаку. Зібрані зарано плоди кісточкових (черешні, вишні, сливи) не набувають фізіологічної стиглості під час зберігання і залишаються погано забарвленими, мають велику кислотність, містять мало цукрів, бідний хімічний склад. Те саме спостерігається і з зарано зібраними яблуками: вони зберігаються дуже довго, але так і не набувають характерних для сорту смакових і товарних якостей. Наприклад, яблука сорту Кальвіль сніговий, зібрані у стадії зеленої м'якоті, залишаються з такою самою м'якоттю до травня, мають водянистий смак, тобто містять мало цукрів і кислот.

*Зміна консистенції* плодів пов'язана із якісними та кількісними змінами пектинових речовин. Відомо, що під час їх дозрівання знижується міцність тканин. Зміна міцності шкірки пов'язана із зменшенням міцності клітковини, вмісту протопектину, який є в клітинних стінках на початку зберігання, та перетворенням його на більш розчинні сполуки – пектин і пектинову кислоту, що надають плодам кращого смаку, але знижують їх твердість. Наприкінці зберігання на поверхні деяких плодів утворюється більше воскових речовин.

*Стійкість плодів та овочів проти хвороб* залежить від природних спадкових властивостей і значною мірою від умов вирощування, збирання, транспортування та зберігання. Впливають на неї такі біологічні фактори, як анатомічна будова плодів, здатність виділяти бактерицидні речовини, утворювати перидерму, за поранення – інтенсивність дихання тощо. Зокрема, від анатомічної будови залежить механічна стійкість плодів і уражуваність мікрофлорою, першою перешкодою для якої є зовнішні шари шкірки. Тому стиглість останніх, товщина, міцність, наявність у них воскового шару значною мірою визначають здатність плодів до зберігання. Лише деякі мікроорганізми можуть проникати крізь непошкоджені шкірні покриви, зокрема сапрофіти (плісєневі). Однак і ними найчастіше пошкоджуються плоди, що сформувалися за несприятливих умов вирощування. Всі мікроорганізми мають добре розвинену ферментну систему, що дає змогу їм розкласти будь-яку речовину, яка входить до складу плодовоовочевої продукції.

Найбільш інтенсивний розвиток мікрофлори під час зберігання плодовоовочевої продукції відбувається за відносної вологості не менше 75 % для грибів і 95 % для бактерій.



---

---

## 5.2. Процеси, які відбуваються у масі плодоовочевої продукції під час зберігання

Післязбиральна доробка врожаю картоплі й плодоовочевої продукції спрямована на одержання однорідних фракцій за здатністю до зберігання. Сортуванням, калібруванням вдається забезпечити приблизну однорідність тієї чи іншої фракції плодів. Визначаючи режим зберігання, враховують, що відкалібровані за розмірами плоди не завжди однакові за ступенем зрілості, пошкоженості, за хімічним складом. Зважають також на те, що умови вирощування, збирання та післязбиральної обробки неоднакові.

Різноманітність умов вирощування, збирання, післязбиральної обробки кожного виду продукції враховується стандартами на плоди та овочі. Визначені стандартами певні допуски свідчать, з одного боку, про те, що неможливо отримати більш однорідну продукцію, а з другого – що певний допуск за тим чи іншим показником не вплине на використання плодів певного цільового призначення. Партії плодів та овочів слід розглядати не як однорідну масу, а як таку, що складається із плодів здорових, травмованих, уражених хворобами, крупніших і дрібніших, більше або менше фізіологічно розвинених та присутніх компонентів (мікрофлори, повітря), шпарин. Особливо багато мікроорганізмів на бульбах, коренеплодах та плодах, які під час збирання падали на ґрунт. Активність мікрофлори залежить як від стану об'єкта зберігання (стійкість проти хвороб, травмованість та ін.), так і від зовнішніх факторів (температура, вологість).

*Фізичні властивості овочів.* Для розуміння загальних процесів, що відбуваються в масі кожної партії будь-якого виду плодоовочевої продукції, потрібно знати деякі її особливості. Зокрема, її стійкість проти механічного травмування, сипкість, здатність до самосортування, теплофізичні властивості, вимоги до вологості повітря. Для регулювання газового режиму й температури у сховищі важливо знати шпаруватість у насипі й тарі.

Відомо, що через високий вміст води у клітинах плодоовочевої продукції вона під час падіння *травмується*. Внаслідок цього у плодах утворюються закриті пошкодження, які виявляються пізніше у вигляді потемнілих плям на м'якоті картоплі чи на світлих плодах яблук і груш. Кількість допустимих травм нормується відповідними стандартами. Пошкодження з порушенням цілісності тканин плодів і ягід, які призначені навіть для нетривалого зберігання, не допускаються, а коренеплодів, бульб, головок капусти обмежується їх глибиною (кількості листків на капусті та глибиною на бульбо- та коренеплодах). Пошкодження викликають активну діяльність патогенної мікрофлори, яка часто призводить до повної втрати якості окремими плодами чи всією партією продукції, що зберігається. Висота падіння плодів на плоди не повинна перевищувати 40 см, а на тверде покриття – 30 см.

*Сипкість* плодів і овочів виражена менше, ніж зернових мас, але характерна для округлих плодів. Її потрібно враховувати під час формування насипів у сховищах та буртів. Природний кут їх насипу має становити 40 – 45°. Якщо він більший, плоди будуть скочуватись. Кут нахилу стрічкових конвеєрів становить 18–24<sup>0</sup>, планчастих – 30–32<sup>0</sup>.

---

---

У насипі (бурті, траншеї або засіці) нерівномірно відсортованої продукції відбувається *самосортування*: дрібніші плоди скочуються по боках, більші за розміром зосереджуються в центрі, що зумовлює нерівномірну шпаруватість. Низька шпаруватість дрібної продукції, яка часто буває недозрілою, зумовлює вищу інтенсивність дихання плодів, самозігрівання у місцях їх скупчення. Це пов'язано також з тим, що по боках засіки, бурту або траншеї вентиляювання є менш інтенсивним, і теплота, що виділяється за дисиміляції, нагромаджується якраз у таких місцях. Тому для того, щоб насип був однорідним, крім калібрування продукції, стрілу завантажувального конвеєра весь час пересувають. Кращі наслідки дає калібрування плодів і зберігання різних фракцій (великої, середньої або дрібної) окремо.

Короткочасно можна зберігати і невідсортовані картоплю, моркву, буряки – так званий ворох, у якому крім основної продукції, різної за якістю та розмірами, містяться ґрунт, частинки бадилля, бур'янів. Від вмісту у воросі тих чи інших компонентів залежить здатність його до зберігання. Наприклад, *шпаруватість вороху* за вмісту рослинних решток збільшується, а за наявності великої кількості ґрунту залежно від розмірів земляних грудок буває більшою або меншою. Кількість повітря і кисню також має значення для зберігання партій плодів чи овочів, особливо з високою інтенсивністю дихання для підтримання нормальної життєдіяльності рослинних об'єктів. За високої температури і великої травмованості плодів від нестачі кисню у продукції починається задуха. Однак за пізньоосіннього закладання картоплі (буряків) на зберігання та низької температури навколишнього середовища, інтенсивність дихання продукції є низькою і навіть у воросі з великою кількістю ґрунту до весни задуха не спостерігається, тобто тієї кількості кисню, що є в повітрі шпарин, цілком достатньо.

Найкраще зберігається плодоовочева продукція за великої шпаруватості насипу. У насипу добре відсортованих за рахунок середніх і великих плодів, вона становить 40–50 %. За доброї шпаруватості можна регулювати температурно-газовий режим продукції вентиляванням під час зберігання, одночасно змінюючи вологість в насипу. Волога, що виділилася внаслідок дисиміляції, може видалятись сухим повітрям. За вентилявання повітрям із значною відносною вологістю можна підтримувати тургор продукції, а вентилявання сухим повітрям зумовлює в'янення плодів. Дані про шпаруватість насипу продукції потрібні і для визначення того, який вид вентилявання потрібно проводити: обмінне чи для охолодження.

У зв'язку із зміною вологості повітря та шпаруватості насипу потрібно враховувати *сорбційну здатність продукції*, яка зберігається. Плодоовочева продукція через низький вміст колоїдів має низьку сорбційну здатність, а десорбція (віддача вологи) нею через вміст великої кількості вільної вологи завжди відбувається інтенсивно. Ступінь в'янення дрібних плодів з їх великою поверхнею випаровування завжди високий, тому на тривале зберігання їх не закладають.

Невелика втрата тургору (3–5 %) допускається під час збирання, тоді травмованість бульб та коренеплодів дещо знижується. Проте зниження тургору листовою і пучковою продукцією на 3–4 %, горохом, квасолею,

бобами – на 5– 6 %, помідорами, капустою, перцем – на 5–6 % стає для них незворотним, тобто стан тургору не відновлюється. Продукція у стані в'янення втрачає здатність протистояти інфекції, піддається дії мікрофлори, гниє, втрачає товарні якості. Тому листові та зеленні овочі мають зберігатись за відносної вологості повітря 97–98 %, плоди, що містять близько 90 % води, – за відносної вологості 90 %, коренеплоди, картопля, в складі яких до 25 % сухих речовин – за вологості не нижче 80 %.

У зв'язку з необхідністю створення високої вологості повітря 90–95 % у сховищі та низькими температурами зберігання і незначною сорбційною здатністю плодів вже за невеликих знижень температури (на 2–3 °С), відносна вологість повітря, підвищуючись на 10–15 %, сягає точки роси і вода у вигляді краплинно-рідинної вологи зосереджується на них, призводячи до інтенсивного розвитку мікрофлори й гниття. Щоб запобігти відпотіванню продукції, потрібно регулювати температуру залежно від відносної вологості повітря у сховищі (табл. 5.4).

Таблиця 5.4

**Зниження температури у сховищі, за якої настає точка роси, °С**

Температура, °С	Відносна вологість повітря, %									
	80	82	84	86	88	90	92	94	96	98
-2	2,3	2,4	2,2	1,9	1,6	1,3	1,0	0,8	0,5	0,2
-1	2,9	2,4	2,2	1,9	1,6	1,3	1,0	0,8	0,5	0,2
0	2,9	2,4	2,2	1,9	1,7	1,3	1,1	0,8	0,5	0,2
+1	3,0	2,6	2,3	2,0	1,8	1,4	1,2	0,9	0,6	0,3
+2	3,1	2,8	2,4	2,1	1,9	1,5	1,2	0,9	0,6	0,3
+3	3,3	3,0	2,4	2,2	1,9	1,5	1,2	0,9	0,6	0,3
+4	3,3	3,0	2,4	2,2	2,0	1,6	1,2	0,9	0,6	0,3
+5	3,4	3,0	2,6	2,2	2,0	1,6	1,3	0,9	0,6	0,3

Для видалення вологи від відпотівання проводять активне вентилявання продукції, застосовують різні сорбційні матеріали (солому чи інші сухі матеріали з високими сорбційними властивостями), які періодично змінюють. Використовують також великопористий матеріал вермикуліт, що вбирає продукти дисиміляції (етиловий спирт, ацетальдегід) і допомагає створити потрібну вологість повітря та поліпшити газовий режим зберігання.

Для підтримання температурного режиму у сховищі велике значення має *тепло- й температуропровідність* продукції. Значна її обводненість забезпечує високі показники тепло- та температуропровідності, однак вони змінюються через різну шпаруватість маси продукції: чим вона більша, тим нижча температуропровідність. Оскільки вода – теплоємна речовина, то швидкість підвищення температури внаслідок високої обводненості продукції невелика. Так само повільно знижується температура продукції за її охолодження.

Коефіцієнт теплопровідності моркви, картоплі, буряків та капусти становить 0,34–0,52 Дж/(моль·К), а температуропровідності – 0,12–0,18·10<sup>-6</sup> м<sup>2</sup>/с. Через високу теплоємність плодоовочевої продукції та велику

---

---

шпаруватість насипу (теплопровідність повітря низька) під час зберігання виникає *самозігрівання*. Причиною його може бути велика інтенсивність дихання плодів, особливо недозрілих або травмованих, висока вихідна температура в масі, активний розвиток мікрофлори.

*Для понижених температур.* Під час визначення температурно-вологісного режиму зберігання і заходів щодо його підтримання враховують фізіологічний стан об'єктів зберігання, стан і якість інших компонентів партії продукції та загальні властивості (вологість, шпаруватість), температуру закладання. Самозігріванню обов'язково потрібно запобігати. Разом з тим за великої теплопровідності плодоовочевої продукції, особливо дрібної, та різкому зниженні температури навколишнього середовища можливе її *підмерзання*. Воно пов'язане з наявністю великої кількості води в плодах і можливе вже при невеликих мінусових температурах, а картоплі – навіть при 0 °С. Це пояснюється тим, що картопля майже не містить запасних розчинних речовин у розчиненому стані. У моркві, буряках, капусті клітинний сік багатий на цукри, що перешкоджає підмерзанню і воно спостерігається за температури, нижчої – коренеплодів за мінус 1–2 °С, а капусти, цибулі – навіть за мінус 3 °С.

Насип картоплі, коренеплодів чи капусти в буртах, засіках охолоджується тим швидше, чим більша швидкість руху холодного повітря. Якщо плоди й овочі зберігаються у тарі невеликої місткості або у сховищі, де продукції залишилось мало і її тепловиділення не забезпечує власної теплоємності, то у великі морози вона швидко охолоджується і може підмерзнути. Щоб запобігти цьому, додатково утеплюють не тільки бурти чи траншеї, а й типові сховища, оскільки останні спроектовані на можливу мінімальну температуру за умови, що повністю заповнені продукцією.

Незначне зниження температури (на 1–2 °С) проти мінімальної на капусту, столові буряки, цибулю, яблука негативно не впливає за вмілої *дефростації* (повільному отепленні). Але якщо температура знижувалась неодноразово, то якість продукції (забарвлення м'якоті, смак) знижується незворотно. Наприклад, трохи підмерзла картопля набуває солодкуватого смаку, а добре підмерзла зовсім втрачає будь-які товарні якості, оскільки кристали льоду в клітині порушують її цілісність і після розмерзання з клітин витікає клітинний сік. Такі бульби потрібно негайно використати на кормові цілі, не допускаючи дефростації.

Збільшення вмісту цукрів у переохолодженій плодоовочевій продукції пояснюється діяльністю ферментів, які розкладають, наприклад, крохмаль чи складні цукри до простих цукрів, внаслідок чого підвищується концентрація клітинного соку. Цим пояснюється, наприклад, явище, коли заморожені плоди горобини, брусниці через деякий час після дефростації стають набагато солодшими. Таке повільне переохолодження може бути незворотним (для плодів, коренеплодів) або зворотним (для картоплі) за зберігання в умовах понижених плюсових температур (не нижче 0 °С).

Різке зниження температури протягом однієї–двох діб не викликає біохімічних змін продукції, які б призводили до зміни її хімічного складу. У ній відбувається лише замерзання клітинного соку, що зумовлює

---

---

морфологічні зміни в структурі тканин – розрив клітин. За подальшої дефростації (розмерзання) відбуваються зміни ферментативного походження, оскільки посилюється доступ до тканин кисню та інтенсифікується дія всіх ферментів. Внаслідок цього дубильні речовини окислюються до флобафенів (після розморожування тканини яблук буріють), протопектин міжклітинників розкладається до пектину і плоди стають м'якими.

*Вплив ентомологічного фактора.* Бульби картоплі та деякі види плодовоовочевої продукції під час зберігання можуть пошкоджуватись шкідниками та нематодами. Зараження нематодами можливе як в період вирощування, так і зберігання, оскільки відбувається через ґрунт, інвентар, насінний матеріал (маточники чи бульби). Пошкоджені місця на забруднених плодах виявити важко, тому коренеплоди, цибулини, бульби миють. Пошкоджена нематою тканина розпушується, згодом темніє і відмирає. Після виявлення пошкоджень нематодами партію овочів використовують на корм або після обробки на технічні цілі. За сприятливих умов нематоди поширюються швидко і боротись з ними важко. До комплексу профілактичних заходів належать правильна агротехніка (дотримання сівозміни, обробка насінного матеріалу та ін.), відповідна підготовка сховищ, транспортних засобів, інвентарю, тари тощо. За дотримання режимів зберігання можна значно зменшити шкоду від будь-якого ентомологічного фактора, в тому числі й нематод. Для деяких видів овочів (цибулі, часнику) прогрівання, що входить у технологію їх післязбиральної обробки, за вчасного і правильного його проведення гарантує нормальне збереження закладеної партії (вільне від шийкової гнилі).

Зараженість кліщами та іншими комахами визначають, як правило, перед визначенням пошкодженості нематодами. Кліщі поселяються на бульбах картоплі, цибулинах, коренеплодах, особливо тоді, коли вони ослаблені. Заражаючи плоди в полі, основної шкоди кліщі завдають вже під час зберігання продукції. Профілактика включає комплекс агротехнічних заходів (сівозмін, оздоровлення садивного матеріалу) та заходів, що застосовуються у сховищах (дезінсекція, прибирання решток, правильна підготовка тари). Для цибулі найкращим засобом боротьби є прогрівання за температури 40–45 °С.

Пошкодженість кліщами та нематодами визначають на чистих від бруду плодах. Кліщі виявляють за допомогою збільшувальної лупи (>10–20). Цибулю оглядають після зняття сухих лусок і поступово відділяють кожну соковиту луску, оглядаючи особливо у місцях прикріплення їх біля денця. Овочі, внесені із сховища до теплої кімнати, перевіряють через 1,5–2 год. Денце перевірених на наявність кліщів цибулин, а також нижню частину лусок (0,5 см) подрібнюють на шматочки 1–3 мм, заливають їх водою шаром 4–6 мм і залишають на 1,5–2 год при кімнатній (20–25 °С) температурі. Потім за допомогою збільшувальної лупи (>10–20) оглядають підготовлену подрібнену тканину овочів.

За наявності шкідників на полі є небезпека потрапляння їх разом з плодами у сховище. Капустяна совка, як правило, поселяється у качані головки,

---

---

дротяники – всередині бульб та коренеплодів. Вони пошкоджують тканину, забруднюють продукцію та погіршують її якість, сприяючи її загниванню.

Плоди мигдалю, аличі, терну, яблук та груш пошкоджуються мигдальним і яблуневим насіннеїдами. Крім того, у сховища можуть потрапляти плоди груші, яблуні і сливи, пошкоджені плодожеркою (гусениці в плодах). Товарні якості плодів вишні знижують личинки вишневої мухи, які містяться в кісточках. Личинки морквяної та цибулевої мух пронизують ходами коренеплоди, які стають непридатними – вважаються технічним браком. Щоб запобігти появі бракованої продукції, потрібно своєчасно проводити заходи боротьби з шкідниками в саду, в полі, на городі.

На якість та лежкість продукції значно впливають погодно-кліматичні умови та агротехнічні фактори. Лежкість плодів залежить насамперед від сорту. Найкращу лежкість мають пізні сорти картоплі, овочів та фруктів. Тому залежно від строку використання потрібно вирощувати і закладати на зберігання лише продукцію певного ботанічного сорту. Значно погіршують лежкість несприятливі фактори вирощування. Для вирощування кожного сорту картоплі, овочів, плодів та ягід потрібні певні тепловий, водний і поживний режими. Лише за оптимальних умов вирощування одержують продукцію, яка добре зберігається.

### *Запитання для самоконтролю*

1. Яке значення вуглеводів для життєдіяльності плодів та овочів?
2. Яка біохімічна роль органічних кислот, глікозидів під час зберігання плодів, овочів?
3. Які мінеральні речовини впливають на якість і технологію зберігання сировини?
4. Які особливості морфології соковитих плодів і овочів?
5. Який вид вологи переважає в хімічному складі плодів і овочів?
6. Основні відмінності фізіологічних процесів у плодах дво- та однорічних овочів.
7. Які види дихання відбуваються в плодах під час зберігання?
8. Яким плодам притаманний період спокою?
9. Біологічна основа лежкості плодів зерняткових та плодових овочів.
10. Які процеси відбуваються в період спокою цибулин, коренеплодів, головок капусти?
11. Які ступені стиглості розрізняють у плодах зерняткових?
12. Якою є динаміка основних запасних речовин плодів та овочів?
13. Які властивості має насип бульб і коренеплодів?
14. У чому переваги зберігання відсортованої (відкаліброваної) продукції?
15. Як запобігти появі краплинно-рідинної вологи?
16. Яка плодоовочева продукція підмерзає найшвидше?
17. Коли можливий процес ресинтезу крохмалю і моноцукрів у бульбах картоплі?
18. Які ви знаєте ентомологічні фактори зберігання овочів?

---

---

## РОЗДІЛ 6

# РЕЖИМИ ТА СПОСОБИ ЗБЕРІГАННЯ ВРОЖАЮ ПЛОДІВ І ОВОЧІВ



### 6.1. Характеристика режимів зберігання

Режими зберігання визначаються фізіологічними особливостями того чи іншого об'єкта зберігання. Картопля, овочі, плоди та ягоди, як і будь-який живий організм, реагують на температуру і газовий склад повітря. За підвищення температури прискорюється дозрівання плодів овочів, плодів і ягід та диференціація бруньок у цибулинах, бульбах і коренеплодах.

Основною метою зберігання (тривалого чи короткочасного) продукції будь-якого цільового призначення (продовольчого, насінного, технічного) є збереження її до моменту використання у здоровому і придатному для вживання стані. *Режим зберігання* – це комплекс умов, які забезпечують певну якість продукції на кінець зберігання. Якість деяких видів плодів (кісточкові, ягоди, дині, кавуни, картопля, коренеплоди та ін.) повинна підтримуватися на такому рівні, який був під час закладання її на зберігання. Якщо овочі чи плоди мали знімальну стиглість (яблука, капуста), режим їх зберігання має забезпечувати нормальне настання фізіологічної і споживчої стиглості, а для овочів і плодів насінного призначення – оптимальні умови для проходження диференціації бруньок, які б запобігали появі «упрямців» на маточних насадженнях.

Температуру й відносну вологість повітря щодоби (на початку зберігання двічі на добу) контролюють за допомогою термометрів і психрометрів. Їх розміщують внизу на висоті 0,2 м від підлоги, всередині штабелю чи насипу, недалеко від дверей чи охолоджувальних батарей, по всій висоті насипу (не менше одного вимірювання на 1 м висоти).

Відносну вологість повітря також визначають у кількох місцях. Оперативний її контроль можна здійснювати за допомогою установок “Клімат”, “Середовище” та ін. Прилади для вимірювання перед кожним сезоном перевіряє відомча чи державна служба стандартизації. Похибка у визначенні відносної вологості повітря допускається не більше 3 %, а температури 0,5 °С.

---

---

Основою режиму зберігання продукції в модифікованому (МГС) чи регульованому газовому середовищі (РГС) є реакція живого організму на забезпеченість киснем: за доброї забезпеченості інтенсивність протікання всіх процесів життєдіяльності висока, за недостатньої – низька. Склад газового середовища для певного виду продукції визначають, враховуючи її потребу в кисні, за якої інтенсивність дисиміляції мінімальна, але фізіологічні розлади не відбуваються.

Найдоцільніше використовувати певне газове середовище для зберігання цінних сортів яблук і груш, які не витримують зниження температури нижче 4–5 °С, але які потрібно зберігати тривалий час. Якщо потрібно загальмувати дозрівання плодів, створюють умови з низькою температурою і нестачею кисню в повітрі. За такого режиму зберігають також плоди смородини, черешні, вишні, сливи. Склад газового середовища контролюють переносним газоаналізатором ВТ-2 або стаціонарною автоматизованою установкою, яка обслуговує одночасно шість камер.

*Доступ кисню до плодів* обмежують різними способами: герметизують приміщення за допомогою плівки з різною проникністю для газів, створюють належне газове середовище в герметичних камерах спалюванням зрідженого газу або впусканням газів з балонів. Склад газового середовища впливає на рівень окислювально-відновних процесів. Для зберігання плодів сприятливою є підвищена концентрація вуглекислого газу в повітрі. Фізіологічним розладам у плодах запобігають за певного співвідношення кисню і вуглекислого газу, оскільки чутливість різних плодів до концентрації вуглекислого газу й кисню неоднакова. Деякі з них, наприклад, найкраще зберігаються за повної відсутності вуглекислоти й мінімального вмісту кисню, а інші – в азотному середовищі.



Рис. 24. Зберігання яблук в умовах МГС



---

---

Склад газів повітря атмосфери: кисню – 21 %, вуглекислого газу – 0,03 %, решта – азот та інші гази. У практиці використовують три види РГС за вмістом у ньому газів.

Перший вид – *нормальні середовища*, в яких вміст разом вуглекислого газу й кисню дорівнює 21 %, хоч співвідношення цих газів можуть бути різними: 5–10 % вуглекислого газу, 11–16 % кисню, решта – азот.

Другий вид – *субнормальні середовища*, коли вміст вуглекислого газу й кисню менше 21 %. Для багатьох сортів яблук, наприклад, найсприятливішим є середовище із співвідношенням  $\text{CO}_2:\text{O}_2=5:3$  або 3:3, решта – азот.

Третій вид – *середовища, в яких мало вуглекислого газу, а вміст кисню не перевищує 3–5 %* решта – азот. За таких умов зберігають плоди кісточкових, виноград, деякі сорти яблук.

*Позитивна дія вуглекислого газу* полягає у зниженні інтенсивності дихання об'єктів зберігання, а отже, тепловиділення; сповільненні процесів досягання та подовженні строку зберігання; зменшенні розкладання хлорофілу й органічних кислот. За перевищення концентрації вуглекислого газу проти встановлених норм виявляється його негативна дія: підвищується чутливість плодів до пошкоджень низькими температурами, у них виникають фізіологічні розлади; за високої вологості повітря погіршується смак плодів (капуста набуває неприємної солодкості), знижується стійкість проти фітопатогенних хвороб.

За чутливістю до концентрації вуглекислого газу в повітрі плодовоовочеву продукцію поділяють на такі групи:

- *малочутлива* – спаржа, дині, перець, цукрова кукурудза, які витримують вміст до 10 % вуглекислого газу в газовій суміші;
- *середньочутлива* – огірки, горох, боби, яблука, що витримують до 5 % вуглекислого газу;
- *чутлива* – капуста (3 %), морква, помідори (до 4 %), яблука, деякі сорти груш (3–4 %);
- *дуже чутлива* – картопля (до 1 %), груші, особливо дозрілі (2 %).

*Позитивний вплив низької концентрації кисню* виявляється у зниженні інтенсивності дихання, сповільненні процесів дозрівання, завдяки чому подовжується строк зберігання; за даними хімічного аналізу, затримується процес розкладання цукрів, хлорофілу, пектинових та азотистих речовин.

*Занадто низькі* порівняно із встановленою нормою концентрації кисню зумовлюють зниження стійкості плодів проти пошкоджень низькими температурами та від підвищеної концентрації вуглекислого газу спостерігається утворення порожнин у плодах, водянистих плям, пухлість плодів. Перед встановленням газового режиму потрібно враховувати умови вирощування плодів та температуру і вологість у період їх зберігання. Зокрема, температура зберігання за застосування газового режиму може бути вищою (3–4 °С), а це важливо для деяких цінних сортів плодів, які не витримують низької температури (0–1 °С).

---

---

Відносна вологість повітря не повинна наближатися до точки роси, бо це може призвести до опіків плодів. Якщо вона висока, то потрібно зменшити концентрацію вуглекислого газу.

Таким чином, використовуючи РГС, щоб зберегти якість плодів, підтримують температуру, вищу за рекомендовану для цього сорту, концентрацію вуглекислого газу доводять до максимуму, а вміст кисню знижують до допустимого значення.

## 6.2. Способи зберігання плодоовочевої продукції

Зберігати плодоовочеву продукцію найкраще у спеціалізованих сховищах (капусто-, коренеплодо- та цибулесховищах), де забезпечено всі умови для підтримання належного режиму. Плоди зерняткових і кісточкових та ягоди краще зберігати у сховищах-холодильниках з газовим режимом.

Продукцію зазвичай розміщують у *тарі* (дерев'яних ящиках, піддонах різної місткості, контейнерах тощо). У великомістких контейнерах і ящиків піддонах транспортують та зберігають картоплю, коренеплоди, гарбузові; плоди зерняткових – у маломісткій тарі – транспортують і короткочасно зберігають плоди яблуні, груші, помідори, баклажани, перець та ін. У *контейнерах* вміщується 300–600 кг продукції, в *ящиків піддонах* і *напівконтейнерах* – 200–300 кг. Усі ці види тари є багатооборотними, тобто використовувати їх можна кілька разів, а також складати і зберігати у міжсезоння.

**Ящики і лотки** використовують для транспортування та зберігання дрібноплідних, які легко травмуються, – плоди зерняткових і кісточкових. У них продукцію зберігають до реалізації, тоді як габаритну тару використовують переважно до сортування. Тари найбільше дерев'яної.

Тару виробляють також з півки, сітки, пластмаси, картону і використовують для транспортування і доставки продукції до місць призначення. Для затарювання і транспортування продукції, що швидко псується, використовують кошики місткістю 1–3 кг. Крім дерев'яних, випускають контейнери з міцного полістиролу, стійкого проти несприятливих умов та ударів, з поліетилену низького тиску. Ящики роблять з пресованої соломи, коробки – з гофрованого картону. Як тару використовують також *крафт-паперові* мішки. Планується значну частину тари виготовляти з термопласту.

Урожай садовини й городини перевозять у відповідно обладнаних холодильними установками автофургонах, вагонах або контейнерах, в яких одночасно з охолодженням створюється певне газове середовище.

Висота складання затареної продукції залежить від типу сховищ: за регулювання температурного режиму висота вкладання тари з продукцією може сягати 6 м, причому між тарою і стелею має залишатися проміжок 0,5–0,6 м. Якщо сховище обладнане примусовою вентиляцією, тару з продукцією складають на висоту 2–2,5 м. За припливно-витяжної вентиляції у сховищі

---

---

без регулювання температурного режиму висота вкладання тари чи насипу, без тари становить 1,2–1,5 м (диференційовано для різних видів продукції).

У разі зберігання продукції насипом у буртах, траншеях, сховищах (у засіках чи навалом без засік) його висота залежить як від виду, так і способу регулювання режиму зберігання. Якщо температурно-вологісний режим регулюють за допомогою установок активного вентиляювання або холодильних, висота насипу може становити 5–6 м, за примусової вентиляції – до 2, природної – 1–1,2 м.

Як правило, в одній камері розміщують один вид продукції приблизно однієї якості, навіть одного сорту, якщо режими зберігання двох сортів між собою різняться.

**Класифікація сховищ.** Сховища для зберігання картоплі, овочів і фруктів поділяють: за способом їх закладання – у тарі чи навалом; за тривалістю зберігання – тимчасові (бурти й траншеї) та постійні (спеціалізовані й універсальні); за ступенем механізації – без механізації, частково механізовані (завантаження), повністю механізовані; за місткістю – дуже великі (до 20 тис. т), середні (1–4 тис. т), невеликі (до 500 т).

Місткість сховищ для зберігання продукції залежить від:

1) географічного положення (що холодніша зона, то більша місткість сховища);

2) господарської потреби (спеціалізовані господарства будують: а) типові великі сховища для забезпечення цілорічного зберігання продукції з можливістю її сортування та реалізації у будь-яку пору року. Всі інші господарства, які будують: б) сховища лише для зберігання невеликої кількості продукції для забезпечення власних потреб, повинні мати сховища як для тимчасового, так і для тривалого зберігання – підвали, холодильні камери місткістю 20–100 м<sup>3</sup>;

3) цільового призначення продукції – технічного (залежно від сезону переробки), насінного (зберігання 7–9 міс), продовольчого (зберігання до нового врожаю);

4) способу влаштування та географічного положення та рівня підґрунтових вод. За способом влаштування сховища бувають: а) наземні (за високого рівня підґрунтових вод і невисоких температур у період основного зберігання продукції; в цих сховищах найважче регулювати температурний режим); б) напівзаглиблені (рис. 25) (рівень підґрунтових вод невисокий; в цих сховищах більш стабільний температурний режим); в) заглиблені (будують у місцях низького залягання підґрунтових вод, а також там, де висока або дуже низька температура в період основного зберігання). Шар ґрунту стабілізує температурний режим у сховищах: за високої температури в обвалованому сховищі температура була низька, а за великих морозів таке сховище менш інтенсивно охолоджується.

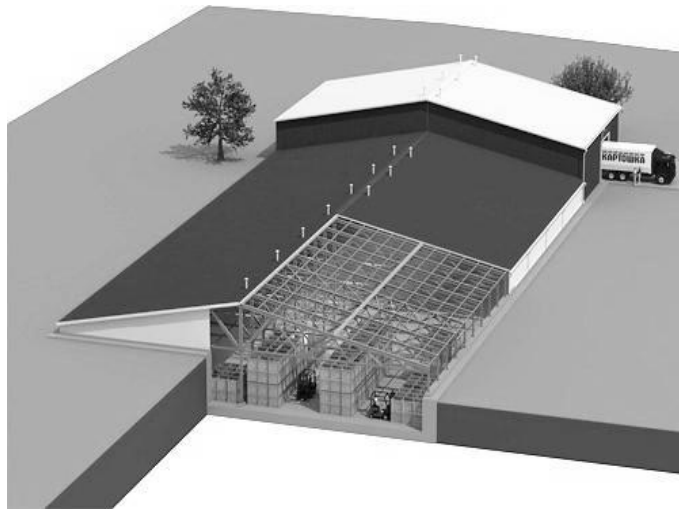


Рис. 25. Овочесховище напівзаглибленого типу

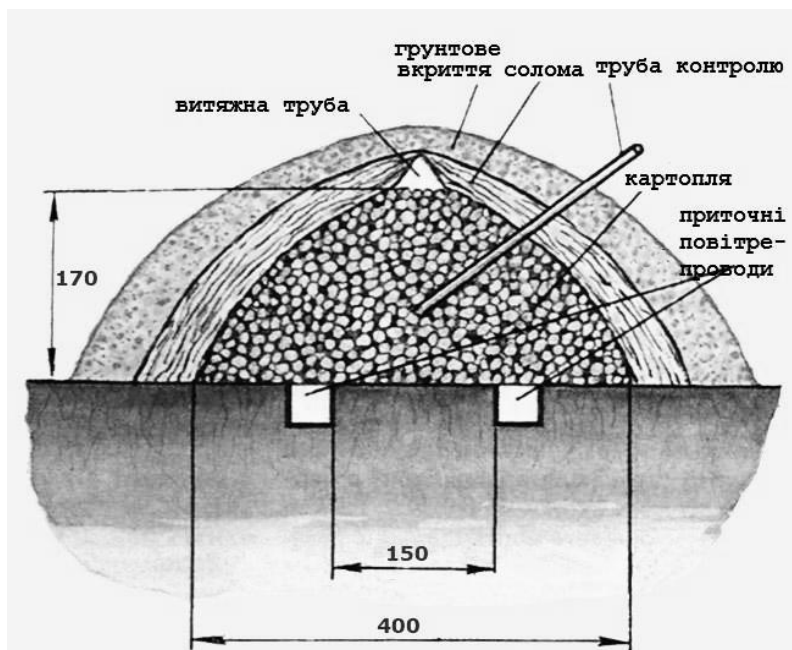
### 6.3. Технологічні особливості простих сховищ – буртів і траншей

Близько 50 % бульб картоплі й коренеплідних овочів зберігають у буртах і траншеях так званим *польовим способом*, особливо в умовах середніх широт та субтропіків, завдяки його дешевизні. Збереженість бульб та інших плодів у буртах і траншеях залежить від фізичних властивостей ґрунту (теплоємності, теплопровідності), покривного матеріалу, а також процесів тепло- та газообміну в масі продукції. Зберігати продукцію польовим способом нелегко, оскільки незручно стежити за її якістю. Через незадовільну теплопровідність продукції й покривельного матеріалу може виникнути її самозігрівання, а за великої теплопровідності – й підмерзання. Однак за правильного влаштування буртів і траншей та закладанні й вкритті продукції втрати її є мінімальними – не більше 3–5 %.

**Бурти, або кагати,** – це насипані під певним кутом нахилу довгі купи картоплі, коренеплідів, капусти, цибулі, вкриті гідро- й теплоізолюючим матеріалом. Вони бувають *наземними, напівзаглибленими та заглибленими* (рис. 29).

**Траншеї** – це довгі канали, вириті в ґрунті на певну глибину і призначені для зберігання картоплі, коренеплідів і капусти. Бувають глибокими й мілкими. У більш північних районах влаштовують широкі бурти і траншеї, в більш південних – вузькі.

На півночі України бурти викопують завширшки до 2 м, на півдні – до 1 м, траншеї – відповідно 1 і 0,6–0,7 м. Під бурти і траншеї вибирають ділянки з невеликим схилом для стікання води та з рівнем залягання підґрунтових вод не вище 1 м, у місцях, захищених від вітрів, подалі від скирт соломи чи сіна, приміщень з пестицидами, до яких є зручний під'їзд та можна підвести електроенергію. Як правило, такі майданчики обносять канавою, якою відводиться надлишкова вода.

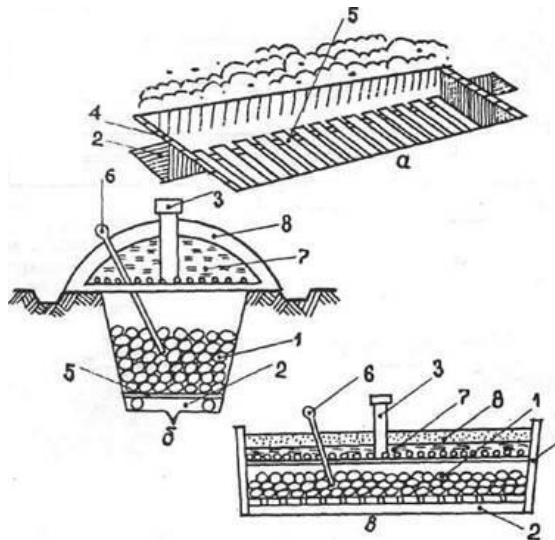


**Рис. 26. Бурт картоплі (у розрізі)**

Розміщують бурти і траншеї попарно у напрямку з півночі на південь так, щоб протягом дня сонячне проміння однаково обігрівало боки буртів. Між парою буртів та окремими рядами залишають проїзди 7–8 м завширшки, а між окремими буртами і траншеями – проходи 4–6 м завширшки. Обладнують бурти і траншеї завчасно. Кількість їх визначають залежно від розмірів і питомої маси продукції та величини партії, яку потрібно закласти на зберігання.

Бурти і траншеї бувають глухі (з постійним газовим режимом) або з вентиляцією. Вентиляція у них може бути природною, примусовою чи активною.

*Природну, або припливно-витяжну, вентиляцію* (рис. 27) влаштовують так: на дні бурту або траншеї копають горизонтальний (припливний) канал розмірами 25–30×30–40 см, доступ повітря у який забезпечується трубами таких самих розмірів, виготовленими з суцільних дощок і встановленими під кутом 30–45° до поверхні землі. Витяжку роблять влаштуванням через кожні 2–3 м по припливному каналу вертикальних труб, які у нижній частині виготовлені у вигляді решітки, а у верхній – із суцільних дощок. Канал припливної вентиляції накривають решіткою з отворами 2–3 см, щоб у нього не просипалися продукція чи домішки.



**Рис. 27. Траншея з припливно-витяжною вентиляцією:**

*а* – загальний вигляд; *б* – поперечний розріз; *в* – поздовжній розріз.

*1* – продукція; *2* – припливна вентиляція; *3* – витяжна труба; *4* – щит, *5* – ґрати  
*6* – трубка для термометра; *7* – солома, *8* – ґрунт

Розмір вентиляційної поверхні залежить від виду продукції, але мінімальне її відношення до кількості картоплі лежких сортів має становити 2,65; для сортів поганої лежкості чи інших видів продукції (морква, капуста) – не менше 3. На інтенсивність припливно-витяжної вентиляції впливають два фактори: різниця температур зовнішнього і внутрішнього повітря та різниця перепаду висоти труб припливної і витяжної вентиляції (що вони більші, то інтенсивніше відбувається вентиляція). Тому припливну трубу бажано опускати так, щоб лише запобігти потраплянню в неї талої чи дощової води, а витяжну трубу ставити над поверхнею бурту (після остаточного вкриття) не менш ніж на 0,6–0,7 м.

До природної відносять також **припливно-гребеневу вентиляцію**. На дно бурту чи траншеї кладуть припливну трубу так, щоб у ній не застоювалася вода, а гребінь бурту вкривають тільки соломою. За такого влаштування нагріте повітря всередині бурту піднімається вгору і через гребінь виходить у повітря. Такі бурти влаштовують для короткочасного зберігання свіжозібраної невідсортованої картоплі й овочів.

**Примусова вентиляція** має також припливні та витяжні труби (канали), які виготовляють з дерева або інших міцних матеріалів, але подача повітря здійснюється за допомогою вентиляторів. Можливість регулювання температурно-вологісного режиму тут більша, однак добре продувається лише продукція в активному шарі (0,5–0,7 м від припливних решіток), а попід краями бурту чи траншеї швидкість повітря знижується. Крім того, пересушуються перші шари продукції, а крайні від труб вологіші, що викликає швидше проростання овочів.

---

---

**Активна вентиляція** передбачає подавання повітря для регулювання режиму зберігання через решітку, яка розміщена під усім насипом продукції. Такий вид вентиляції здійснюється за проектом ТП 813-43/72 для зберігання картоплі й овочів.

Вибір типу вентиляції залежить від виду продукції. Якщо плоди картоплі чи овочів формувалися в умовах помірної забезпеченості вологою і теплом і сума ефективних температур не перевищувала 2000 °С, а осінь була дощовою й холодною, то інтенсивність дихання продукції невисока і, отже, використання нею запасів кисню, що є в шпаринах, незначне, тому її можна зберігати навіть у глухих траншеях чи буртах. Якщо протягом вегетаційного періоду сума температур є вищою, то виникає небезпека раннього проростання бульб, коренеплодів й інтенсивне зниження температури зберігання є обов'язковим. Для цього потрібна активна чи примусова вентиляція.

Коли продукцію зберігають перешарованою з піском, землею чи торфом, в яких є достатній запас повітря, вентиляцію в траншеях не влаштовують.

Для незначного посилення вентиляції з осені в масі продукції короткочасного зберігання, інтенсивність дихання якої ще висока, на насип кладуть круглу трубу і після вкриття соломною та землею її витягують, після чого на гребені насипу утворюється канал, що забезпечує рівномірний газообмін.

У північно-східних районах України, де можливе глибоке промерзання ґрунту, траншеї копають глибші й продукцію, особливо картоплю, вкладають на настил і вкривають двома шарами соломи та землі.

Розміри буртів і траншей залежать від характеристики сорту плодів, призначених для зберігання. Наприклад, коренеплоди, цибулини дворічників ранніх сортів потрібно більше охолоджувати. Температурний режим регулюють товщиною вкриття в різні фізіологічні періоди об'єкта зберігання.

Основними параметрами для визначення товщини вкриття є вид продукції, її стан та регіон зберігання, потрібно також знати максимальну глибину промерзання ґрунту в даній зоні та мінімальну температуру взимку. Вкриття має забезпечувати належну гідроізоляцію об'єктів зберігання, температуру в кагаті або траншеї, на кілька градусів вищу за мінімальну для певної продукції, що дає змогу запобігти підмерзанню.

Для вкриття кагатів використовують ґрунт, соломую, торф, хмиз, сухий гній. Теплоємність і теплопровідність цих матеріалів значною мірою залежать від їх вологості: що вони сухіші, то нижча їх теплопровідність, і товщину вкриття зменшують. Навпаки, що вони мокріші, то більша теплопровідність, товщину вкриття збільшують.

Між ґрунтом і продукцією, що зберігається в буртах або траншеях, постійно відбувається тепловологообмін: за підвищення температури волога з ґрунту переміщується до продукції, а за зниження – навпаки. Хвиляста поверхня бурту (вкриття) швидше нагрівається і швидше охолоджується, ніж рівна. Якщо потрібно знизити температуру в бурті, ґрунтове вкриття утрамбовують і зволожують. Темні ґрунти нагріваються більше, ніж світлі.

Укриття буває двошаровим – шар соломи і шар ґрунту, й чотиришаровим – додатково до попередніх шарів ще один шар соломи й

---

---

грунту. Товщину вкриття визначають з урахуванням температури промерзання ґрунту. На 1 т бульб картоплі залежно від ґрунтово-кліматичної зони використовують 0,5–1 ц соломи. Солому і ґрунт біля основи бурту вкладають товще, ніж біля гребеня. З північного боку бурту товщина вкриття більша, ніж з південного. Для північних областей України за двошарового вкриття бульб картоплі остаточна товщина вкриття становить, см: ґрунту – до 40 см, соломи – до 30 см, біля основи – ґрунту – до 60 см, соломи – до 40 см. За чотиришарового вкриття у цій зоні товщина кожного шару ґрунту й соломи дорівнює половині товщини їх за двошарового вкриття.

Траншеї, порівняно з буртами, восени охолоджуються дуже повільно, тому продукцію в них закладають, коли температура повітря не вище 4–5 °С. Краще робити, особливо за природного вентилявання, неглибокі (0,5 м), але широкі траншеї. Однак у всіх ґрунтово-кліматичних зонах копають траншеї 0,7–1 м завглибшки. У траншеї глибиною 1 м часто ставлять контейнери з продукцією. За збільшення заглиблення траншеї зменшується площа вентиляційної поверхні (визначається додаванням площі всіх боків штабеля, через які відбуваються вентиляція й охолодження). Якщо для картоплі та столових буряків оптимальне відношення вентиляційної поверхні до маси продукції становить 2,8, то для іншої продукції воно значно вище – для капусти та брукви 3,8; для моркви, петрушки, селери, ріпи – 6,5.

Для збільшення площі вентиляційної поверхні під час закладання на зберігання продукції в тарі (контейнерах чи ящиках) під нижній шар ящиків, контейнерів ставлять щити на висоті 0,2–0,3 м від підлоги сховища.

Якщо в бурти чи траншеї закладають продукцію, затарену в ящики, то останні розміщують так, щоб уздовж сховища утворився один чи два припливних вентиляційних канали. Ширину буртів можна збільшувати, а висоту й товщину укриття залишати звичайні. Використання тари дає змогу механізувати як завантаження, так і відвантаження продукції з буртів і траншей.

Зберігання продукції контролюють, вимірюючи температуру восени й навесні щодня, а взимку – залежно від умов зовнішнього середовища: за стійкої температури – рідше, за коливання – частіше, а також з урахуванням фізіологічного стану об'єктів зберігання. Труби припливно-витяжної вентиляції залишають відчиненими до настання погоди з температурою мінус 3 °С. За такої температури закривають припливні труби, а за мінус 5 °С – витяжні. Правильними покази термометра є тоді, коли він розміщений у масі продукції, а не у витяжних трубах, як це часто буває на практиці. Футляри для термометрів встановлюють у кожній партії продукції, а також у різних місцях бурту чи траншеї, де може виникнути її самозігрівання чи підмерзання.

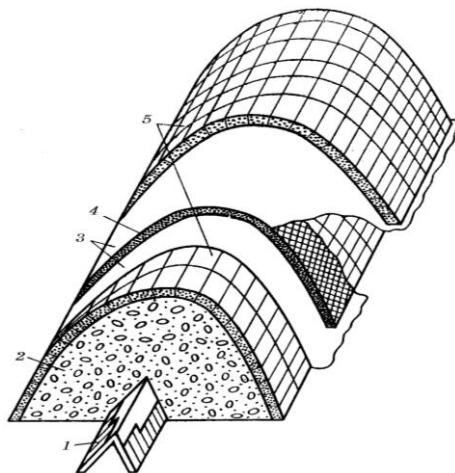
На постійних буртових майданчиках, зроблених за типовими проектами, у спеціалізованих господарствах зберігають бульби картоплі, головки капусти та коренеплоди. Однак для кожного виду продукції використовують неоднакові проекти через різні вимоги до температурно-вологісного та газового режимів. Спільними частинами всіх проектів є стаціонарна система вентилявання, вентилятор якої забезпечує питому



---

---

подачу повітря до бульб картоплі і коренеплодів 45–60, а до головок капусти 60–90 м<sup>3</sup>/т за годину.



**Рис. 28.** Схема укриття кагатів тюками соломи:

*1 – вентиляційний канал; 2 – насип картоплі; 3 – синтетичне вкриття;  
4 – пресована солома; 5 – тюки соломи*

Проект постійного буртового майданчика на 900 т картоплі передбачає влаштування 13 буртів місткістю по 75 т кожний. Для вентилявання використовують вентилятор Ц4-70 № 10. Система вентиляції має два калорифери потужністю по 15 кВт, які вмикають в морозну погоду для того, щоб температура повітря, яке подається в масу продукції, була не нижче 0,5–1 °С.

На облаштування бурту на 240–260 т картоплі потрібно: соломи в тюках – 30 т, синтетичної плівки – 120 кг, пиломатеріалів – 2,6 м<sup>3</sup>. Дезінфікувати підлогу можна гашеним вапном. Вапно не тільки дезінфікує середовище, а й зв'яже надлишковий вуглекислий газ, нормалізуючи газове середовище в бурті.

Досконалішою порівняно з великими буртами, що забезпечені вентиляванням, є конструкція збірно-розбірної споруди – комплексу з 4-ох великих буртів, обладнаних активно припливно-витяжною вентиляцією та механізмом регулювання ступеня рециркуляції внутрішнього повітря. Насип продукції в бурті має такі розміри, м: ширина – 7, довжина – 30, висота – 3,5. Кількість картоплі у бурті – 400 т, моркви – 370, капусти – 250 т. Усі елементи споруди (система вентиляційних каналів, припливно-рециркуляційний модуль із вмонтованим вентилятором та змішувальним клапаном з двома поворотними заслінками) заводського виготовлення. Припливно-вентиляційний канал трикутної форми, ширина в основі – 1,3, а висота – 2 м. Повітропровід виготовлено з металевих планок 5 см завширшки, відстань між якими 2,6 см. Витяжні канали з боків бурту, що виконують функції обмеження та міцності, повинні витримувати бічний тиск продукції. Вони складаються з решітчастих елементів з отворами 10–15 см.

---

---

#### 6.4. Характеристика стаціонарних сховищ

У сучасних типових проектах сховищ враховують основні особливості технології приймання та зберігання продукції, а також природно-кліматичні умови, зокрема максимальні мінусові температури: 20, 30 та 40 °С. У регіонах з температурою повітря до мінус 20 °С використовують *наземні сховища*, а з температурою мінус 30 °С (північні та східні області України) будують *напівзаглиблені сховища* з обвалуванням частини стін ґрунтом. Переважно плодосховища влаштовують наземними, бо в них передбачається передреалізаційне сортування плодів, яке незручно проводити в заглибленому сховищі. Наземними є також цибулесховища, де потрібно підтримувати низьку відносну вологість повітря.

З одного боку, місткість сховищ для різних видів плодів неоднакова. З урахуванням інфекційного навантаження вона вважається оптимальною: для зберігання в одному місці: картоплі – 1500 т, капусти – 750, коренеплодів – 300, цибулі – 200, яблук – 400 т.

З іншого – місткість камер менше 200 т утруднює їх експлуатацію. Великі сховища є більш економічними.

Сховища бувають різними за конструкцією: в одних входні (в'їзні) двері, тамбури, підсобні приміщення влаштовані з торцевих, в інших – з бокових стін.

У підсобних приміщеннях проводять передреалізаційну підготовку продукції. Тамбури й підсобні приміщення використовують також за рециркуляційного вентилявання в морозні дні. В'їзні двері без тамбурів обов'язково роблять подвійними й додатково утеплюють у морозні зими. Покрівля сховищ не має горища, тому вона добре теплоізолювана. За різниці температур зовні й всередині сховища під стелею застосовують інтенсивне вентилявання (за потреби підігрітим повітрям), щоб запобігати конденсації вологи та потраплянню її на продукцію. У камерах великої місткості влаштовують одні входні двері щільні, а інші – решітчасті, якими користуються за відсутності активної вентиляції протягом усього осіннього періоду, не зачиняючи щільних дверей. Посередині сховища чи камери є коридор 1,8–3 м завширшки для механізованого навантаження й розвантаження продукції, проїзду автомобілів та проведення деяких робіт.

У *заглиблених сховищах* для завантаження продукції у верхній частині стін є люки з добре утепленими заслінками (інколи їх використовують для додаткового вентилявання). У *напівзаглиблених і заглиблених сховищах* продукцію розміщують на відстані 10–15 см від стін, у наземних – на 0,7–0,8 м.

Підлога в усіх сховищах асфальтна, а стіни для зручності їх дезінфекції мають бути рівними.

Найефективнішими є сховища, розміщені поблизу місць вирощування продукції. Висота насипу чи розміщення затареної продукції залежить від способу регулювання режиму зберігання, який значною мірою визначається системою вентилявання. За допомогою вентиляції можна регулювати

---

---

газовий, вологісний і температурний режими у сховищі. Для регулювання режиму вентиляції певного виду продукції використовують холодильне (обов'язково для плодосховищ), холодильне та сушильне (для підтримання режиму зберігання цибулі) обладнання та ін.

**Системи вентиляції.** Сховища для зберігання продукції обладнують природною (припливно-витяжною), примусовою або активною вентиляцією.

**Природну (припливно-витяжну) вентиляцію** здійснюють за законами теплової конвекції: тепле повітря розширюється, стає менш щільним і піднімається вгору, а холодне, більш щільне, опускається донизу. Інтенсивність протягу то більша, що вища різниця температур повітря зовні і всередині сховища або що більша різниця рівнів припливного та витяжного повітря. Восени різниця температур є невеликою, тому природна інтенсивність вентиляції низькою.

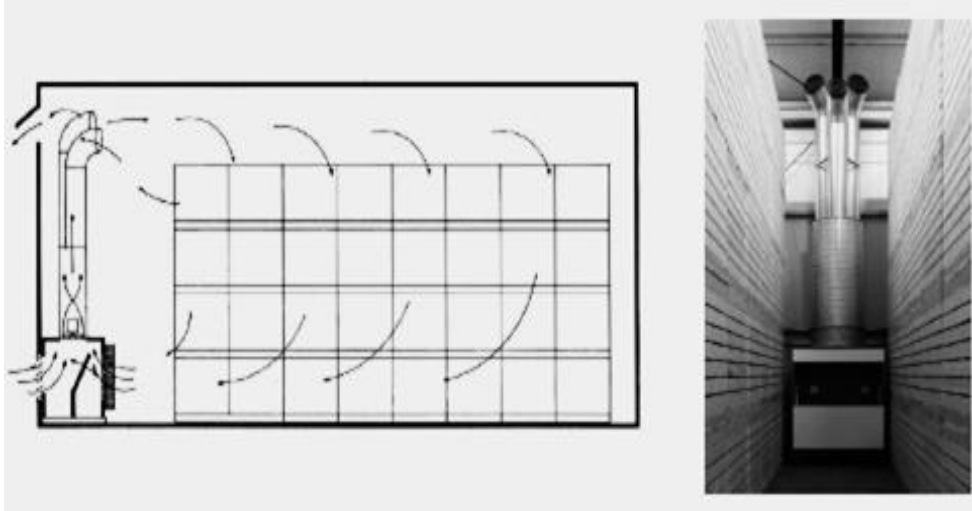
Припливну вентиляцію у сховищах влаштовують унизу з торцевого боку, де вставляють дерев'яні утеплені труби із заслінками. Витяжні труби встановлюють по коньку перекриття так, щоб внутрішній їх обріз не виступав усередину й не перешкоджав виходу струменя повітря. Припливні труби розміщують так, щоб вони знизу підходили під продукцію. Якщо це зробити неможливо, то верхній кінець їх повинен знаходитися не вище продукції на 0,5–1 м. Вентиляційні труби обладнують дефлекторами, щоб запобігти потраплянню опадів, і утеплюють, інакше по їх стінках стікатиме конденсаційна волога. Переріз припливних каналів у сховищах для зберігання бульб картоплі становить  $50 \text{ см}^2$ , овочів –  $80\text{--}100 \text{ см}^2$ .

За різниці температур менш ніж  $4 \text{ }^\circ\text{C}$  припливна вентиляція практично не працює. На кожні 15–30 т бульб картоплі встановлюють одну, а капусти – дві труби. Кількість витяжних труб, як правило, у 2–3 рази менша, ніж припливних (переріз останніх не менше  $0,5 \times 0,5 \text{ м}$ ). Швидкість руху повітря в системі природної вентиляції сховищ  $0,2\text{--}0,4 \text{ м/с}$ , тому необхідний температурний режим восени встановлюється дуже повільно – через 1,5–2 міс. За температури, нижчої за оптимальну, закривають суцільні зовнішні двері. Восени на ніч суцільні двері відкривають (залишаючи зачиненими лише всі решітчасті) також витяжні труби є відкритими. За температури мінус  $3 \text{ }^\circ\text{C}$  витяжні труби прикривають на  $1/3$ , за мінус  $5 \text{ }^\circ\text{C}$  – залишають відкритими на  $1/3$ , а за мінус  $7 \text{ }^\circ\text{C}$  – зачиняють повністю. Щільні двері за мінусової температури зачиняють.

Продукція під час зберігання менше відпотіває, якщо насип її має гребенисту поверхню. Коли настає повне її відпотівання, то відкривають усі вентиляційні труби. Ефективність вентиляції знижується за нерівномірної шпаруватості насипу.

**Примусова вентиляція** є досконалішою (рис. 29). Нею обладнують сховища великої і середньої місткості. Повітря у сховище нагнітається вентиляторами, а видаляється через витяжні труби створеним тиском. Продуктивність вентиляторів розрахована на 20–30-кратний обмін повітря за годину. Цей спосіб вентиляції дає змогу підтримувати бажаний режим зберігання продукції у північній частині України. Для влаштування

примусової вентиляції використовують відцентрові вентилятори середнього тиску. Через їх значну габаритність вентиляторні будки встановлюють на покрівлі сховища. Повітропроводи розміщують під стелею та під підлогою. Найкраще охолоджується затарена продукція. Недоліком такої вентиляції є те, що повітря проникає на глибину не більше 0,7 м, тому верхні шари продукції можуть переохолоджуватись, а середні – зігріватись.



**Рис. 29. Примусова система вентилявання**

**Активна вентиляція** є найдосконалішою (дод. рис. 4). Ефективність зберігання продукції в секціях, засіках чи бункерах за такого способу вентилявання майже однакова. Повітря через решітки, на яких розміщена продукція, надходить до кожного плоду. Можна швидко подати повітря до продукції, обсушити її, а в разі потреби охолодити для сповільнення або обігріти для прискорення (пророщування) фізіологічних процесів. Додержання техніки вентилявання та режиму дає змогу підтримати нормальний тургор плодів та газовий склад повітря.

Завдяки вентиляванню можна збільшити розміри засік, висоту насипу та розміри штабелів, забезпечуючи економічне використання сховищ. Практично можна використати весь об'єм сховища, однак за зберігання насипом потрібно враховувати міцність плодів. Тому на зберігання закладають великі або більші за середній розмір плоди картоплі, буряків, моркви. Висота насипу може бути: картоплі 4–5 м, буряків 4–6; моркви, капусти, цибулі 2,5–3 м, лише за регульованого режиму.

Економічною й ефективною є система вентилявання у сховищах на Поліссі, де природне повітря в сезон зберігання продукції є холодним. У сховищах більш південних областей на шляху струменя повітря у змішувальній камері встановлюють батарею (кондиціонер) з охолодженням сольовим розчином, проходячи через який воно охолоджується і потім нагнітається у масу продукції.

---

---

Для досягнення бажаного результату слід правильно влаштовувати систему вентилявання та дотримуватися вимог питомої подачі повітря з відповідними параметрами – температурою, газовим складом та вологістю.

Систему вентиляції влаштовують під або над підлогою. Будь-яка вентиляційна система складається з припливної шахти для забору повітря, вентилятора, рециркуляційного повітропроводу, змішувальної камери, магістрального повітропроводу, розподільних каналів.

*Припливну шахту* роблять із щільно підігнаних дощок, цегли або листової сталі, добре утеплюють, а зверху ставлять дефлектор, щоб запобігти потраплянню опадів. Повітря для вентилявання засмоктується через жалюзійні решітки, виготовлені з листової сталі.

### **6.5. Характеристика сховищ-холодильників**

Сховище, в якому застосовується штучний холод, має бути герметичним і з доброю теплоізоляцією. Тому його будівництво дорожче, ніж сховища з активною вентиляцією. Будують такі сховища у місцях вирощування плодоовочевої продукції, яка швидко псується, у спеціалізованих овочевих чи плодово-ягідних господарствах з великим валовим збором продукції. Сховища-холодильники, окрім холодильних камер, мають відділення для товарної обробки продукції з відповідними сортувально-калібрувальними лініями, машинне відділення для виробництва холоду та підсобні приміщення.

Для завантаження й розвантаження продукції холодильник має криті платформи (рампи).

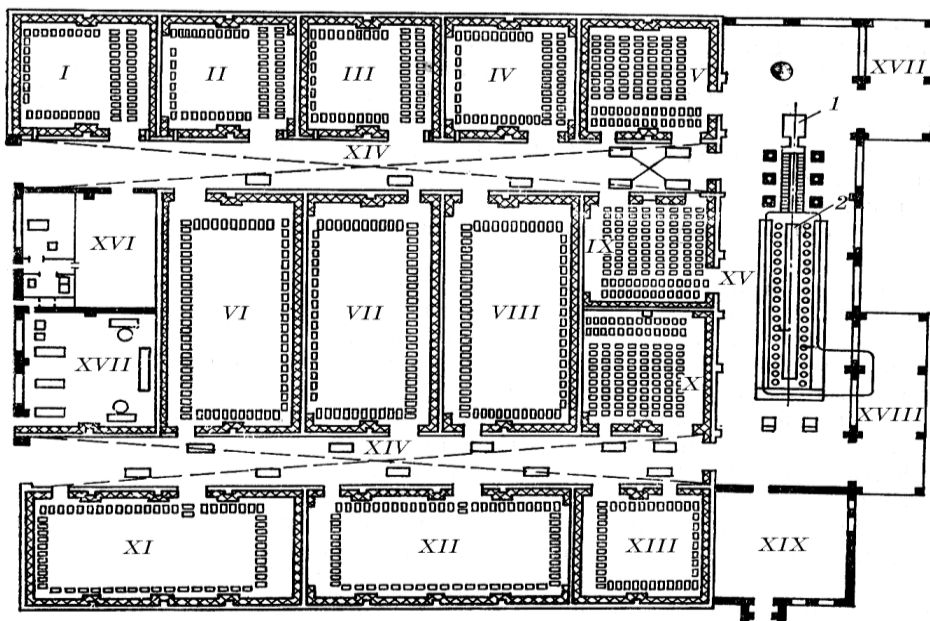
Сучасне плодоовочесховище має бути забезпечене холодильним обладнанням; засобами для приймання, товарної обробки, фасування та відвантаження продукції; засобами механізації для переміщення її всередині сховища; достатньою кількістю тари.

Порівняно зі звичайними стаціонарними сховищами у холодильниках виникають труднощі під час роботи в умовах низьких температур. До холодильників висувають такі вимоги: максимальне використання вантажного об'єму камер; груповий метод робіт для швидкого завантаження камер; неширокі рампи, щоб шлях від вагонів-рефрижераторів до камер зберігання продукції був коротким; зручність роботи вантажників та водіїв електромашин у камерах зберігання, мінімальна тривалість перебування охолодженої продукції за температури довкілля та мінімальна кількість колон у камері.

Для охолодження сховищ використовують аміачні чи фреонові машини. Аміачні машини мають вищу холодопродуктивність, проте їх ізольоване розміщення від камер не дає змоги регулювати режим у кожній камері окремо. Фреонові установки монтують у кожній камері. В експлуатації вони зручніші, але менш продуктивні. Повітряна система охолодження в них забезпечує рівномірний розподіл холоду, але в камерах інколи спостерігається в'янення продукції.

У централізованих системах охолодження фрукто- чи овочесховищ (рис. 30) для одержання холоду використовують компресорні холодильні установки, принцип роботи яких ґрунтується на зміні агрегатного стану аміаку.

Штабелі продукції розміщують на піддонах, залишаючи для огляду проходи 0,5–0,6 м завширшки і відстань до стелі 0,3–0,5 м. Час, за який закладена партія овочів охолоджується залежно від її типу, триває 1–20 днів. Перед вивантажуванням з холодильника температуру поступово підвищують (на 4–5 °С за добу), щоб запобігти відпотіванню продукції та розвитку грибкових хвороб.



**Рис. 30. Загальний вигляд сховища-холодильника:**

*I, 2* – лінії товарної обробки плодів; *I – IV, VI – VIII, XI – XIII* – холодильні камери; *V, IX, X, XV* – холодильне обладнання; *XIV* – коридори-сховища; *XVI, XVII* – лабораторії, підсобні приміщення; *XVIII, XIX* – утеплені тамбури

### **6.6. Сховища-холодильники з регульованим чи модифікованим газовим середовищем**

Від інтенсивності дихання залежить швидкість дозрівання плодів і диференціація бруньок у дворічників (бульб, коренеплодів, цибулин) під час їх зберігання. Тому зниженням інтенсивності дихання продукції подовжують тривалість її зберігання.

Однак деякі плоди не можуть зберігатися за температури 0–1 °С в холодильній камері, вони потребують вищих температур. Поєднання зберігання у холодильниках за температур плюс 3–4 °С (для особливо цінних сортів яблук, груш, для яких ця температура є сприятливою) із зниженням вмісту кисню позитивно впливає на лежкість плодів, їх можна зберігати

---

---

довше, ніж у звичайних холодильниках. Ця технологія складніша, більш затратна і застосовується для зберігання дуже високоякісних сортів плодів яблуни, груші, винограду.

Для створення герметичної газоізоляції в камерах із застосуванням регульованого газового середовища (РГС) використовують різні конструкції та матеріали, зокрема поширений спосіб застосування суцільного металевого покриття стін, стелі, підлоги. Для цього зварюють оцинковані листи завтовшки 1–1,5 мм, які для запобігання корозії покривають бітумом. Цей спосіб герметизації надійний, але дорогий. Нині рекомендовано інші способи та матеріали: панелі на основі поліуретанового утеплювача, облицьованого гофрованим алюмінієм та зовні покритого листом поліефірного склопластику з нанесеним на нього шаром синтетичного желатину. У Франції використовують панелі з пористого пластику (пінополістиролу), який зовні обклеєний гофрованим алюмінієм і покритий протикорозійним лаком. Стики панелей герметизують газонепроникною мастикою. Крім того, постійно стежать за герметичністю дверей.

Камеру перед використанням *перевіряють на надійність герметизації*, створюючи певний тиск, який повинен підтримуватись на одному рівні 20–30 хв. Іншим способом перевірки герметизації є створення в камері високої концентрації вуглекислого газу (5 %), після чого перевіряють інтенсивність зниження концентрації його за добу – не більше 0,15 %. Найпростішим способом перевірки герметичності є змочування мильним розчином ділянок стикування, на яких у разі пропускання газової суміші утворюються кульки піни. Якщо в камерах холодоагентом є фреон, то місця виходу газу (після його подавання в камеру під невеликим тиском) виявляють спеціальним індикатором – галоїдною лампою.

*Способів створення газового середовища є багато.* Вони поділяються на *активні та пасивні*. До останніх відносять створення газового середовища самими плодами внаслідок дихання, якщо вони поміщені в закриті камери чи будь-які інші місткості; при цьому необхідний режим створюється протягом 0,5–1 міс., залежно від температури зберігання та інтенсивності дихання плодів. Цим способом користуються тоді, коли строк зберігання потрібно подовжити ненадовго, застосовуючи, залежно від виду плодів, невеликі упаковки (на 2–3 кг) або ящики чи контейнери, вміщені в герметичні мішки з плівки. За такого зберігання продукції створюється модифіковане газове середовище, в якому зберігають лише деякі сорти яблук, груш і помідорів, які витримують концентрацію вуглекислого газу понад 3 %, наприклад, Пепін шафранний, Ренет шампанський, Ренет Симиренко. Для цього важливо правильно підібрати товщину плівки, з якої роблять пакети на 3–5 кг плодів. Зазвичай вона становить 30–50 мкм. За більшої товщини плівка не пропускає будь-які гази. Застосування товстих плівок для виготовлення великих чохлаів, якими накривають кілька тонн яблук у контейнерах, потребують перфорації через викручування отворів, через які відбувається інтенсивніший газообмін. Найкращий газовий режим для зберігання встановлюється тоді, коли в поліетиленовій упаковці є мало плодів або тільки один плід. Модифікацією

---

---

останнього способу зберігання є нанесення воску на окремі плоди, що забезпечує створення потрібного газового середовища. Це сприяє тривалому зберіганню плодів.

Модифіковане середовище для зберігання плодів з міцним шкірним покривом може бути таким: кисню 10 % за вакууму 49 кПа або відповідно 5 % і 24,5 кПа та невелика кількість вуглекислого газу. У такому газовому середовищі за використання плівки завтовшки 50–60 мкм гальмується інтенсивність дихання плодів.

Під час зберігання плодів у ящиках середовище модифікують, вистилаючи середину ящика плівкою (з перекриттям) та нещільно накривши нею плоди зверху. За цієї технології зберігаються тургор плодів та газовий склад: внизу ящика міститься 1–3 % вуглекислого газу, а у верхній частині – менше, тому ураження продукції грибковими хворобами обмежене.

Під товстою плівкою (понад 100 мкм) може нагромаджуватися значна кількість вуглекислого газу, що може призвести до фізіологічних розладів у плодах. Тому *в синтетичну плівку вставляють вікно з силіконової плівки*, проникність крізь яку вуглекислого газу набагато вища, ніж для азоту та кисню. В упаковках із силіконовими вставками вуглекислий газ, що нагромаджується, швидше дифундує назовні, а кисень, навпаки, – всередину місткостей. Промисловість серійно випускає великогабаритні контейнери місткістю 600–800 кг з силіконовими вставками. Виготовляють їх з плівки завтовшки 150–200 мкм. Всередину контейнерів ставлять піддон з ящиками, а горловину затягують гумовим джгутом. Недолік такого способу зберігання – можливість пошкодження дерев'яною тарою стінок контейнера і порушення внаслідок цього його герметичності. Зручнішим є контейнер з жорсткою основою. За його використання не потрібна додаткова тара місткістю 150–200 кг яблук або помідорів.

Для відведення теплоти і вуглекислого газу з контейнерів розроблено пристрій – теплогазообмінник, який також стабілізує режим зберігання та знижує матеріальні витрати.

Недоліком герметичних поліетиленових упаковок є накопичення в них надмірної вологи, особливо, коли вони заповнені неохолодженими плодами. Перед реалізацією продукції упаковки, вийняті з холодильних камер, потрібно відразу відкрити, щоб на плодах не утворився конденсат.

Недоліком *модифікованого газового середовища (МГС)* з використанням невеликих місткостей є великі затрати праці. Тому для зберігання продукції стали створювати штучне середовище у великих герметичних камерах. Найпростішим є *газове середовище*, за якого гальмується інтенсивність дихання плодів після завантаження камери, внаслідок чого концентрація вуглекислого газу в камері підвищується. За високої інтенсивності дихання (позитивні низькі температури) надлишок вуглекислого газу відкачують за допомогою апаратів очищення, робота яких ґрунтується на здатності карбонату калію, активованого вугілля та етиламіну поглинати вуглекислий газ. Ці установки називають скруберами. Принцип їх



---

---

дії полягає в очищенні повітря, засмоктуваного вентилятором з камери. Очищене повітря знову повертається в камеру.

Для швидкого створення газового середовища з підвищеною концентрацією вуглекислого газу застосовують кристалізовану вуглекислоту (сухий лід) з розрахунку 0,1 кг на 1 т продукції.

У процесі дихання плоди використовують кисень, тому під час зберігання деяких сортів до газового складу періодично додають кисень з балонів до потрібного рівня.

У камерах невеликої місткості *регульоване газове середовище (РГС)* створюють за подачі готової суміші газів: вуглекислого, кисню та азоту. Ці гази постачає промисловість у сталевих балонах у стисненому стані. Для їх використання в порожньому балоні роблять потрібну суміш газів, яку періодично подають у камеру, де зберігають плоди.

Останнім часом почали застосовувати стиснений технічний азот, який за подачі в камеру витісняє повітря до необхідного вмісту кисню. Потім у процесі зберігання продукції за допомогою скрубера відкачують надлишок вуглекислого газу. Однак за використання рідкого азоту потрібно враховувати те, що під час перетворення у газоподібний стан він створює холод. Тому його подають трубопроводом безпосередньо в камери до розпилювачів, які розміщені перед повітряними холодильними установками. Вентилятор постійно перемішує азот з повітрям камери, в результаті чого продукція охолоджується й насичується азотом. Надлишок вуглекислого газу відкачують скруберам або він поглинається активованим вугіллем.

Перед розвантаженням камери газове штучне середовище витісняють атмосферним повітрям за допомогою скидних трубопроводів збірно-скидних колекторів (решта установки вимкнена).

За зберігання продукції в РГС знижуються її втрати та зберігається якість, є можливість запобігти низькотемпературним захворюванням плодів деяких сортів, подовжити тривалість їх зберігання.

## **6.7. Підготовка сховищ до сезону зберігання**

Підготовку сховищ до сезону починають з прибирання складів, камер та прилеглих до сховищ територій від решток продукції і сміття. Сухі рештки спалюють, а вологі закопують у ґрунт. Усе обладнання й інвентар виносять, провітрюють і складають. Контейнерну тару після ремонту залишають на відкритих чи закритих майданчиках, а ящиківу – виносять з приміщення і тривалий час сушать на сонці. Особливо це стосується багатооборотної тари, оскільки висока вологість під час зберігання продукції призводить до її гниття.

Сховища, після очищення від залишків, провітрюють. Особливу увагу звертають на справність вентиляційних центральних і розподільних трубопроводів. Обладнання, винесене на відкриті майданчики для просушування, обробляють 1 % розчином формаліну (1 ч 40 % розчину формаліну та 31 ч води), накривають брезентом чи товстою плівкою і

---

---

витримують не менше доби, після чого залишають на сонці. Ворота, люки, вентиляційні труби протягом усього літа залишають відкритими.

Після провітрювання сховища ремонтують, не залишаючи щілин, оскільки в них може накопичуватися продукція, а потім загнивати. Крім того, проводять профілактичні заходи боротьби з гризунами: розкладають принади, затягують вентиляційні та припливні труби металеву сіткою, очищають металеві частини від іржі та фарбують.

У холодильному цеху ремонтують машини, перевіряють труби, охолоджувальні батареї, вентиляційну систему та інше обладнання. Щілини, які гризуни можуть використати для нір, забувають битим склом чи замазують цементним розчином.

За два тижні до початку закладання продукції проводять дезінфекцію сховищ. Їх білять розчином свіжогашеного вапна (2 кг вапна на 10 л води) з додаванням мідного купоросу (100 г). На 80 м<sup>2</sup> площі потрібно 10 л розчину. Сховища можна також дезінфікувати 3–4 % розчином хлорного вапна (витрата 10 л на 10 м<sup>2</sup> площі). Експозиція – не менше 2 дб.

Суху дезінфекцію зазвичай проводять у невеликих герметичних сховищах. Для цього на гарячому вугіллі, змоченому в гасі, спалюють подрібнену грудкову сірку з розрахунку 100–150 г на 1 м<sup>3</sup> приміщення (металеві частини герметично накривають). Найшвидше загоряється грудкова сірка, якщо компоненти підготовлені у такому співвідношенні: сірки – 70 частин; селітри – 22, тирси – 8. Розкладену в сховищі на листах заліза сірку починають запалювати з найвіддаленішого кінця від вхідних дверей. Після розгоряння сірки швидко зачиняють усі двері й замазують глиною щілини.

Сірку можна спалювати у спеціальних апаратах, що мають вигляд металевого циліндра з отворами у бічних стінках для надходження повітря. Знизу циліндра є топка, а над нею – камера для спалювання. Перед спалюванням сірку змочують гасом чи спиртом-денатуратом. Для обкурювання сховищ використовують також спеціальні сіркові шашки масою 100 чи 500 г. Після дводенної експозиції приміщення добре провітрюють. Слід пам'ятати, що спалювання сірки пожежонебезпечне, тому краще використовувати зріджений сірчаний ангідрид, подаючи його в камеру із балонів за допомогою гнучкого шланга. Витрату ангідриду контролюють за допомогою ваг, на яких стоїть балон. Його норма вдвічі більша за норму сірки. Використовують ангідрид переважно для дезінфекції холодильних камер. Витрата його становить 100 г/м<sup>3</sup>.

Для дезінфекції сортувальних та інших машин використовують 1 % розчин формаліну з розрахунку 0,25–0,3 л на 1 м<sup>2</sup> поверхні машин. Експозиція – 2 доби.

Найефективніший спосіб обробки сховищ і тари – *аерозольний*. Одержують аерозоль використовуючи тракторний генератор “Ракета”, генератори АГУД-2 або типу “Мікрон”. Генератор перетворює 40 % розчин формаліну на туман з розміром крапель близько 50 мкм. Витрата препарату становить 20–40 мл/м<sup>2</sup>.

---

---

Найкраще проводити дезінфекцію за температури 18–20 °С і відносної вологості повітря 95–97 % або відповідно 25 °С і близько 100 %.

За відсутності аерозольних генераторів сховища влітку обкурюють формальдегідом. Для цього у металеву бочку місткістю 200 л наливають 13 кг 40 % розчину формаліну і відразу насипають 6,5 кг перманганату калію. Внаслідок реакції виділяється пара формальдегіду, яка розноситься повітряними потоками, що створюються переносними вентиляторами, поставленими біля бочки. Сховище обробляють протягом 1 год, експозиція – 1 доба.

Використану тару вміщують у герметичну камеру і обробляють 0,5 % розчином купрозану. Добрим дезінфікуючим засобом є 2–3 % розчин оксидофеноляту натрію (препарат Ф-5), який ефективно діє на плісені. Норма витрати – 0,3 л/м<sup>2</sup>.

Хлорним вапном дезінфікують сховища і тару для зберігання насінневого матеріалу картоплі, овочів.

Для повної дезінфекції сховищ спочатку проводять суху дезінфекцію, а через тиждень – побілку гашеним (для продукції продовольчого призначення) чи хлорним вапном (якщо зберігаються насінники). Після побілки приміщення добре просушують.

Проти гризунів застосовують ратиндан-1 чи ратиндан-2, а також новий препарат презил (10 л на 100 л води) за витрати 0,5 л/м<sup>2</sup>. Принади готують з хліба чи зерна пшениці, додаючи в них фосфід цинку або зоокумарин. Для відлякування гризунів зовнішні стіни й ґрунт біля них обприскують 2 % розчином креоліну чи 2 % суспензією гексахлорану.

Після дезінфекції, побілки та дератизації у сховище вносять прилади (термометри чи психрометри) й обладнання для обробки продукції.

Усі роботи з дезінфекції та дератизації виконують люди, які пройшли спеціальну підготовку, дотримуються правил техніки безпеки та особистої безпеки – працюють у протигазах та в спецодязгу. Сховища перед початком сезону приймає комісія за участю товарознавців, матеріально відповідальних осіб, представників пожежної та санітарної служб.

Після приймання сховищ напередодні завантаження камер температуру в них доводять до необхідної і підтримують до кінця завантаження. Завантаження сховищ роблять відповідно до плану їх експлуатації.

Прийманням та оцінюванням якості продукції займаються лаборанти й товарознавці, які відповідають за збереження продукції. Оцінюють продукцію за методиками, що затверджені відповідними стандартами. Закладають її за сортами та якістю. В одне сховище можна закладати цибулю й часник; картоплю й буряки; моркву, буряки та інші коренеплоди. Не дозволяється одночасно зберігати свіжі фрукти й овочі, капусту та картоплю, солоні овочі із свіжими та картоплею.

Під час заготівлі деякі види продукції з осені не сортують, а роблять це напередодні реалізації.

Закладають продукцію на різну висоту залежно від типу сховища. У холодильниках залишають центральний проїзд 2,5 м завширшки, між

---

---

штабелями –0,6–0,8, до стелі – 0,8 та від батарей – 0,6–0,8 м. За примусового вентилявання висота закладання продукції становить близько 2 м, а штабелі формують не ширше (довше) 2,5–3 м. За активного вентилявання та можливості охолодження висоту збільшують до 3–4 м, а штабелі формують у 2–3 рази більші.

Кожний вид і партію продукції оформляють етикеткою із зазначенням виду, товарного і ботанічного сорту, якості та рекомендованого режиму зберігання. У камерах (у різних місцях сховища) встановлюють контрольно-вимірювальні прилади температури та відносної вологості повітря, а також термометри (на різній висоті). За різкого зниження температури повітря регулярно вимірюють температуру в продукції, яка знаходиться недалеко від зовнішніх дверей.

Під час закладання продукції на зберігання, окрім оцінювання якості, її перевіряють на зараженість хворобами та дрібними комахами за відповідними методиками.

### *Запитання для самоконтролю*

1. Що є основою режиму зберігання плодоовочевої продукції?
2. Які параметри режиму зберігання продукції можна регулювати?
3. Які прилади використовують для регулювання режиму зберігання продукції?
4. Які плоди є чутливими до високих концентрацій вуглекислого газу та низьких концентрацій кисню?
5. Які особливості закладання плодоовочевої продукції на тривале зберігання?
6. Які види сховищ для тривалого зберігання плодоовочевої продукції Ви знаєте?
7. Як впливає географічний фактор на розмір (місткість) сховищ?
8. Від чого залежить розмір сховищ?
9. Які основні вимоги до конструкції сховищ, котрі забезпечують якісне зберігання продукції?
10. Які є види буртів?
11. Як обладнують вентиляцію у буртах? Які є види вентиляції?
12. Які питомі подачі повітря бульб картоплі є оптимальними за активної та примусової вентиляції?
13. Чим визначається товщина вкриття бурту і траншей?
14. Які матеріали використовують для вкриття?
15. Який порядок влаштування вкриття в осінньо-зимовий період?
16. Як можна регулювати режим зберігання продукції у буртах і траншеях з припливно-витяжною чи примусовою вентиляцією?
17. Яка будова великорозмірних буртів?
18. Які механізми належать до приймально-розвантажувального обладнання?

- 
- 
19. Охарактеризуйте стаціонарні картопле- та овочесховища.
  20. Як влаштувати різні типи вентиляції у стаціонарних сховищах?
  21. Яка будова вентиляційної системи стаціонарних сховищ?
  22. Назвіть основні елементи керування режимом зберігання стаціонарних сховищ з активною вентиляцією.
  23. За яких умов вентиляційна система працює цілодобово?
  24. Зазначте особливості зберігання плодів у сховищах-холодильниках.
  25. Які типи холодильних машин застосовують у сховищах?
  26. Назвіть складові частини систем охолодження та кондиціонування.
  27. Які є способи створення видозміненого (РГС, МГС) середовища?
  28. Як створити видозмінене середовище в умовах невеликого господарства?

---

---

## РОЗДІЛ 7

# ОСОБЛИВОСТІ ПІСЛЯЗБИРАЛЬНОЇ ДОРОВКИ І ЗБЕРІГАННЯ ПЛОДООВОЧЕВОЇ ПРОДУКЦІЇ



### 7.1. Післязбиральна доробка та зберігання коренеплідних овочів

#### 7.1.1. Вплив умов вирощування на лежкість столових коренеплідів

Цінність столових коренеплідів полягає у наявності в них пектинових речовин, цукрів, поліфенольних сполук, каротину, легкозасвоюваних мінеральних речовин, які мають протисклеротичну дію та нормалізують кров'яний тиск. Столові коренеплоди невибагливі до умов вирощування в усіх зонах України, займають 1/5 частину посівних площ овочів. Незважаючи на непогану збереженість моркви, буряків, ріпи, втрати їх за тривалого зберігання досить значні, що пояснюється низьким рівнем матеріально-технічної бази сортування та в результаті цього закладанням частини, непридатної для зберігання продукції, має вплив також короткий період збирання й заготівлі.

Будівництво сховищ у місцях вирощування овочів дасть змогу знизити втрати зберігання, оскільки протягом усього періоду споживання реалізовуватиметься лише стандартна продукція, а нестандартна використовуватиметься на місці для переробки чи кормових цілей.

Усі коренеплоди, окрім редиски, мають дворічний цикл розвитку. Отже, біологічною основою зберігання коренеплідних є використання стану спокою коренеплідів, під час якого в них завершуються підготовка до генеративного розвитку, генетична природа сорту, умови вирощування та зберігання.

**Вплив умов вирощування на лежкість столових коренеплідів.** За будовою покривних тканин коренеплоди поділяють на дві групи: 1) з механічно міцною шкіркою (столові буряки, бруква, турнепс, редька, пастернак) та 2) з ніжними покривними тканинами (морква, петрушка, селера, хрін, ріпа).

---

---

Лежкий урожай моркви одержують переважно на чорноземних оструктурених ґрунтах з нейтральною реакцією ґрунту. Намочування насіння у розчинах цинку, кобальту, молібдену, борної кислоти або хлориду заліза (0,02–0,03 % розчин) дає змогу вирощувати рівномірні за розмірами коренеплоди продовольчого чи насінневого призначення. Лежку моркву, столові буряки та брукву на Поліссі вирощують за висівання їх наприкінці травня, у Степу – наприкінці травня чи на початку червня. Ріпу сіють на початку липня. Найкраща тривалість вегетаційного періоду для моркви 130 днів (за довшого вона проростає під час зберігання, за коротшого – погано дозріває).

Усі коренеплоди, як і бульби, добре ростуть на ґрунтах легкого гранулометричного складу. Однак урожай, вирощений на піщаних ґрунтах, є нележким, а на ґрунтах важкого гранулометричного складу виростають плоди з розгалуженнями, погано сформованим шкірним покривом, низькою лежкістю.

Не рекомендується вносити органічні добрива безпосередньо під коренеплоди, оскільки це викликає формування нестандартних плодів. Порушення співвідношення або надлишкове внесення добрив, тривала перерва з внесенням калію та фосфору спричинюють підвищений вміст у коренеплодах нітратів. У вегетаційний період для коренеплодів найкращими є помірні температури. Наприклад, добрий хімічний склад моркви із вмістом сухих речовин 12–13 % створюється за суми активних температур 2000 – 2100 °С. Висока температура в період вегетації знижує інтенсивність росту моркви в 3–5 разів, гальмує нагромадження у ній запасних поживних речовин, призводить до передчасного дозрівання та старіння, зниження смакових якостей та лежкості. За нестачі тепла формуються коренеплоди, нестійкі проти хвороб. Вони не дозрівають, мають підвищену інтенсивність дихання, погано зберігаються.

За три тижні до збирання моркву припиняють поливати. Технічна стиглість її настає коли пожовтіють нижні листки (у дощову погоду може поновитися відростання листків). Збирають моркву в жовтні машинами брального типу, якщо коренеплоди легко вириваються з ґрунту. Пошкодження хвостової частини плодів завжди призводить до виникнення хвороб. Запливаючі ґрунти попередньо розпушують. Використовують машини брального типу вітчизняні й імпорتنі (ІМ-11, ММТ-1, Е-625), переобладнані РКС-6, Е-665, ЛКГ-1,4. Під час використання машин небрального типу спочатку скошують гичку та бур'яни (дод. рис. 6).

Після викопування комбайном моркву сортують на пунктах ПСК-6, ЛКС-20, РКС-10 у день збирання під навісами, запобігаючи в'яненню або намоканню. Як правило, у воросі після механізованого збирання міститься до 40 % травмованих плодів, які видаляють. На зберігання закладають здорові плоди діаметром не менше 4 см.

### 7.1.2. Зберігання коренеплодів моркви

Коренеплоди моркви мають товстий шар добре розвиненої деревини й кори, що містить багато поживних речовин, але мало клітковини, чим пояснюється велика травмованість покривних тканин. Тканини моркви досить повітропроникні, тому вона швидко в'яне. Під час зберігання міцність її покривних тканин знижується, що потрібно враховувати за подальших перевантажень. Здатність утворювати раневу перидерму в моркви виражена лише в зоні головки, але надто слабко. Підмерзлі коренеплоди швидко ослизнюються і стають непридатними для зберігання. Загоєння пошкоджень на коренеплодах моркви відбувається за температури вище 12 °С та доброго доступу кисню, однак за високого вмісту ґрунту у воросі, який надходить від комбайнів, цей процес неможливий. Травмованість моркви підвищується за висоти падіння понад 40 см.

Стан спокою коренеплодів моркви неглибокий, тому за високої вологості та підвищення температури вони починають проростати. Диференціація бруньок за температури 0–8 °С триває 30–70 днів. Режим зберігання моркви такий: наявність темноти, температура  $\pm 1$  °С, відносна вологість повітря близько 90 %, вміст вуглекислоти 3–5 %, а кисню 9–10 %. Тепло- та вологовиділення коренеплодами моркви більші, ніж картоплі, тому висота насипу і тара також мають бути трохи меншими, ніж для картоплі.

Моркву зберігають у тарі (контейнерах, ящиках, поліетиленових відкритих мішках), насипом, без перешаровування та з перешаровуванням (рис. 31).



Рис. 31. Зберігання моркви

Для активного вентилявання моркви використовують питому подачу повітря восени 60–70, а взимку – 30–40 м<sup>3</sup>/т за годину, за відносної вологості повітря 80–90 %. Засіки для моркви мають розміри 3×6 або 3×12 м. Моркву краще зберігати з перешаровуванням. Для зниження випаровування



---

---

неперешаровану моркву спочатку вкривають соломною чи рогожею, а потім синтетичною плівкою.

Для зберігання моркви у відкритих поліетиленових мішках використовують плівку завтовшки 100–150 мкм. Мішки ставлять на стелажі чи підлогу. Якщо у сховищі відбувається різкий перепад температури, то утворюється конденсована волога і по стінках мішка стікає вода, яка збирається на дні. Щоб уникнути цього, в дні мішка роблять невеликі отвори.

Для перешаровування моркви використовують торф чи пісок з вологістю не менше 60–70 %, у сховищі влаштовують штабелі. На 1 т моркви для перешаровування використовують 0,5 м<sup>3</sup> охолодженого матеріалу. На дно насипають пісок, потім кладуть шар коренеплодів, знову 2–3 см піску і т.д. Штабелі розміщують довгою стороною перпендикулярно до головного проходу сховища, за 20 см від стіни. Між штабелями залишають відстань 0,4–0,5 м.

За зберігання моркви без перешаровування висота насипу залежить від способу охолодження продукції. Для підвищення ступеня механізації робіт під час закладання та розвантаження моркви використовують ящики місткістю 15–20 кг або контейнери на 100–150 кг.

Перешаровану в ящиках моркву зручно зберігати в траншеях, розміри яких залежать від кліматичних умов. Їх викопують канавокопачами завширшки 60–100 см та глибиною 70–80 см (на півдні глибина 35–50 см, на півночі 100–110 см). Моркву, затаровану в ящики, ставлять у траншею так, щоб до поверхні землі залишалася 5–10 см, і закривають шаром ґрунту 20 см. Лише за настання температури 2–3 °С траншеї додатково накривають соломною. Для перешарованої моркви товщина вкриття є трохи більшою, ніж для неперешарованої. Вкриття має бути рівним, щільним, пологим, щоб не застоювалася вода, за звичайних умов зберігання та вчасного закладання на 2–3-й день температура може підвищитися до 8–10 °С; якщо надалі вона починає знижуватись, зберігання протікає нормально, а якщо підвищується й далі, то проводять контрольне відкривання траншей.

Моркву зберігають також у буртах затарованою в ящики, які вкладають за формою двосхилого бурту в 3–4 ряди у висоту та 6 рядів у ширину. Під час закладання нижнього шару ящиків, між ними роблять 1–3 вентиляційних канали завширшки 20–30 см, кінці яких виводять за торцеве вкриття, після чого ставлять вентиляційну трубу. На верхній шар ящиків встановлюють витяжні труби або снопи (пучки) хмизу чи соломи або роблять поздовжній канал з двох збитих під кутом 90° дощок, який кладуть на бургт. Товщина вкриття залежить від кліматичної зони та місткості бурту чи траншеї: що більша місткість і південніша зона, то менша товщина вкриття.

Режим зберігання контролюють, систематично перевіряючи температуру. Однак виявити псування продукції за зміною температури вдається не завжди. Так, температура не підвищується, якщо продукція перейшла на анаеробний процес дихання, за якого виділяється мало теплоти, або коли бурти чи траншеї знизу залиті талою водою.

---

---

Останнім часом почали застосовувати й інші способи зберігання, наприклад, зберігання митої моркви в контейнерах у холодильниках. Також зберігають за підтримання режиму періодичним зрошенням: моркву, завантажену в засіку заввишки 3 м, за допомогою душової установки в перші два тижні 2–3 рази на добу зрошують протягом 15 хв зверху водою, температура якої 1 °С, а далі – через 2–3 дні, витрачаючи води 0,1 м<sup>3</sup>/т та підтримуючи в продукції температуру 1 °С.

Моркву можна зберігати також: 1) у поліетиленових контейнерах з силіконовими вставками в умовах холодильника; 2) глинуванням (коренеплоди занурюють у місткість із сметаноподібною глиною-бовтанкою, потім їх виймають і складають у ящики і дають обсохнути; утворена шкірка глини на моркві захищає її від випаровування вологи); 3) у торф'яній бовтанці.

### ***7.1.3. Зберігання столових буряків***

Для вирощування врожаю буряків з тривалим періодом зберігання потрібно застосовувати спеціальну технологію на ґрунтах з легким підґрунтям з нейтральною чи слабколужною реакцією та з вегетаційним періодом 120–130 днів за доброї освітленості.

За надлишку тепла у вегетаційний період та нестачі вологи утворюються коренеплоди з грубою тканиною. Максимальна забезпеченість водою рослин необхідна у липні – серпні, однак за надлишку її в цей час лежкість коренеплодів погіршується. Найкраще збирати буряки після настання технічної стиглості в оптимальні строки – протягом 1–2 тижнів. Починаючи з третього тижня від початку збирання спостерігається розтріскування плодів, під час зберігання вони рано проростають. Після механізованого збирання на зберігання закладають здорові нетравмовані, особливо у хвостовій частині, коренеплоди. Більш оптимальним є збирання буряків з використанням підкопувачів та очищення вручну з видаленням (для продовольчого призначення) чи збереженням (для насінників) верхівкової бруньки і дрібних грудочок землі на хвості.

Коренеплоди буряків складаються з 8–12 шарів кори й деревини, що чергуються. Потовщені білі кільця деревини свідчать про нестачу вологи у вегетаційний період. Неглибокі травми у верхній частині коренеплодів можуть заростати раневою перидермою завдяки камбіальній активності. Спеціальних умов для заліковування ран на коренеплодах буряків не створюють, однак належний доступ кисню повинен бути забезпечений. Підвищену лежкість мають коренеплоди, в яких співвідношення між сахарозою і моноцукрами перевищує одиницю.

Найкраще зберігаються коренеплоди великі та середніх розмірів. Температура замерзання клітинного соку мінус 1–1,2 °С, тому оптимальною є температура зберігання 0 °С. За більш високої температури буряки швидко в'януть, хворіють або проростають. Оптимальною є відносна вологість повітря 90 %, хоч коренеплоди переносять наявність конденсованої вологи.

---

---

Способи зберігання столових буряків такі самі, як і моркви, однак розміри засік та буртів можна збільшити. Співвідношення площі поверхні насипу, що контактує з довкіллям, до об'єму продукції, яка зберігається, для буряків становить 3, для моркви – 6,7–7,5. Отже, під час зберігання у сховищах з природною вентиляцією шар буряків не повинен перевищувати 85, а моркви – 25 см, тому її за природної вентиляції краще зберігати в тарі. Засіки для зберігання продовольчих буряків мають ширину 3 м, для насінників – 1,5–2 за висоти 1,2 м у сховищах з природною вентиляцією (за активного вентилявання висота насипу становить до 3 м). Для зберігання буряків використовують великі контейнери – на 300–400 кг. За закладання буряків у бурти пізно восени, додаткової вентиляції не влаштовують. Оскільки бурти навесні добре прогріваються, буряки краще зберігати в траншеях, ширина та глибина яких по 0,7 м. Якщо буряки перешаровані ґрунтом, у них тривалий час зберігається стабільна температура.

Зберігають столові буряки також на постійних буртмайданчиках, які використовують також для зберігання картоплі. Але товщина вкриття їх трохи менша, ніж картоплі, і залежить від зони зберігання.

#### ***7.1.4. Зберігання коренеплодів інших овочевих культур***

Найкращу лежкість мають плоди редьки і редиски, коли вони вирощені на дренованих високородючих суглинкових чи супіщаних ґрунтах. Редька дозріває за суми активних температур 1400–1500 °С. Для зимового зберігання редьку сіють у червні, а редиску – восени. Повітряні й ґрунтові засухи негативно впливають на якість плодів. Найкраще зберігається редька в траншеях за перешарування (глибина траншей – 1 м, на півдні – 0,5–0,6 м, ширина 0,8–1 м) та пізнього закладання. За вентилявання вона зберігається гірше, тому що грубішають плоди.

Редиску без розетки листків зберігають за температури 0–1 °С та відносної вологості повітря 98 % у поліетиленових відкритих пакетах по 10–15 кг кілька місяців.

Коренеплоди ріпи, пастернаку, селери та петрушки зберігають перешарованими в малорозмірних траншеях, штабелях, на стелажах чи в тарі, присипаних зверху піском або ґрунтом з вологістю не менше 70 %. Траншеї роблять завдовжки 2–3 м, а в штабелях для швидкого їх охолодження залишають по 2–3 колодязі. Ящики мають бути з суцільними боками (без щілин).

#### ***7.1.5. Хвороби коренеплодів під час зберігання***

*Біла гниль і сухий склероціоз* найшвидше пошкоджують підв'ялені, переохоложені, з механічними пошкодженнями, вирощені за надлишкового азотного живлення плоди. Інфекція білої гнилі заноситься з поля. За високої вологості повітря та підвищеної температури в сховищі зверху на плодах швидко розвивається біла ватоподібна грибниця, тканини їх розм'якшуються та мокріють. Хвороба розвивається гніздами, заражаючи сусідні плоди.

---

---

*Сіра гниль (ботридіоз)* пошкоджує переважно ослаблені плоди. Спори переносяться повітрям, тому за вентилявання хворих плодів прискорюється поширення захворювання всієї маси, особливо у разі підвищення температури зберігання. Пошкодження найчастіше починається з хвостової тканини, вона буріє, а зверху утворюється сіра пухнаста плісень.

*Бура гниль (суха фіолетова, повстяна, ризоктоніоз)* пошкоджує майже всі коренеплоди, заноситься з поля, вражуючи інші плоди в сховищі. Уражуються коренеплоди, вирощені на перезволожених ділянках чи за монокультури. Хвороба починається з хвоста, виявляється у вигляді вдавнених бурих плям з нальотом зверху. Підтримання належного режиму зберігання обмежує поширення хвороби.

*Суха гниль (фомоз)* завдає великої шкоди коренеплодам, особливо моркві: тканина трухлявіє і стає сухою. Зараження відбувається в полі наприкінці вегетації, але активно виявляється лише під час зберігання, особливо за підвищених температур.

*Чорна гниль (альтернаріоз)*, як і фомоз, може уражувати коренеплоди, особливо моркву, з усіх боків. Спочатку утворюються вдавнені плями, які поглиблюються, тканина стає чорною. Заноситься з поля, але інтенсивно розвивається за коливання температури та відносної вологості повітря.

*Сіра гниль (пеніциліоз)*, крім коренеплодів, уражує інші види овочів та плодів. Найбільше піддаються пошкодженню фізіологічно слабкі коренеплоди – підв'ялені, переохолоджені. Поширюється також у разі порушення режиму зберігання.

*Біла парша* виявляється на коренеплодах через 2–3 міс. після закладання на зберігання у вигляді невеликих та неглибоких сухих виразок із світлим нальотом грибниці, особливо за зберігання в холодильниках. Найчастіше пошкоджує моркву та столові буряки.

*Мокра бактеріальна гниль* пошкоджує ослаблені коренеплоди, особливо швидко поширюється за високої температури та вологості повітря.

## 7.2. Зберігання головок капусти

Головки капусти з високими товарними якостями і доброю лежкістю можна виростити на чорноземних ґрунтах з ледь кислою або нейтральною реакцією, добре забезпечених вологою, за внесення оптимальної кількості макроелементів ( $N_{90}P_{90}K_{360}$ ) та мікроелементів, особливо молібдену і бору. Найкращими попередниками капусти є багаторічні трави, огірки, картопля. За надлишку азоту в тканинах листків капусти підвищується активність редуктази, утворюється аміак, який порушує обмін речовин, виникає точковий некроз, формуються великі клітини, збільшується інтенсивність дихання, як правило, великих головок, внаслідок чого втрати капусти під час зберігання досить великі.

На тривале зберігання закладають головки продовольчої капусти і насінники, повністю сформовані, але не перерослі, тому сіяти продовольчу капусту потрібно трохи раніше, ніж на насінники.

---

---

### 7.2.1. Характеристика головок капусти як об'єкта зберігання

Капуста різних видів здебільшого має різні продуктивні органи: у білоголової, червоноголової та савойської – головки, у брюссельської – головочки (пазушні бруньки), у кольрабі – потовщене стебло, у пекінської – листя. *Головка капусти*, або верхівкова брунька, складається з *качана*, на якому між листками розміщуються *додаткові бруньки*. Однак життєдіяльність капусти регулюється тільки *верхівковою брунькою*. Під час збирання остання перебуває у стані вегетації, який може продовжуватися, якщо рослини знаходяться на полі чи висаджені в ґрунт. Завершується диференціація верхівкової бруньки, що важливо для головок насінної капусти, лише під час зберігання за зниженої температури (5–8 °С) протягом певного часу залежно від сорту. Наприклад, для сорту Зимівка цей період триває 120–140, для сорту Амагер – 110 днів. Спочатку диференціація бруньки відбувається повільно, далі прискорюється, зумовлюючи розтріскування головок, тобто поживні речовини з листя відтікають до бруньок, які починають розвиватися, і головка втрачає товарну цінність. Особливість фізіології капусти полягає в тому, що біологічною основою її зберігання є перебування головок певний час у стані спокою (до закінчення диференціації бруньки), після чого вони проростають, і призупинити цей процес неможливо.

Після початку проростання головки втрачають стійкість проти патогенних мікроорганізмів і легко пошкоджуються плісінню. Спостерігається розм'якшення качанів головок, вирощених на перезволожених ґрунтах. Лежкість головок насінної капусти збільшується, якщо на початку їх формування обприскати рослини 0,1 % розчином купрозану, а пізніше 0,5 %.

### 7.2.2. Збирання і зберігання капусти

Для головок капусти, які потрібно зберігати тривалий час, крім цілеспрямованого вирощування, важливими є фактори збирання, сортування, способи та режими зберігання. Залежно від зони вирощування головки капусти збирають у жовтні (Полісся) чи листопаді (південні області) у стадії технічної стиглості, залишаючи на качані 3–4 покривних зелених з восковим нальотом листки, що мають високі фунгітоксичні властивості.

*Капусту збирають* вручну або механізовано, використовуючи комбайн МСК-1, конвеєри ТП-12 та ін. Збирати потрібно швидко, оскільки за настання несприятливої погоди головки капусти починають розтріскуватися. Капуста машинного збирання має багато пошкоджених головок (порізи качанів, вдавнені листки тощо), які гірше зберігаються, мають удвічі більші втрати, ніж здорові, раніше проростають.



**Рис. 32. Збирання капусти**

Для зберігання відбирають непошкоджені сухі, щільні головки. Вони мають дрібні з товстими стінками клітини, в яких багато цукрів, завдяки чому тканини можуть витримувати осінні заморозки до мінус 2–3 °С. Зібрані головки є менш стійкими проти тривалих низьких температур. Найчутливішою є верхівкова брунька, яка замерзає вже за температури мінус 0,8–1,0 °С, а зовнішні листки – за мінус 3–4 °С. Тому внутрішні тканини капусти підмерзають, а верхні залишаються здоровими. У такому разі виявляють так звані “тумаки” з відмерлими після проморожування тканинами. У них розкладаються речовини й утворюються продукти розщеплення: спирт, оцтовий альдегід, меланоїди, білки. Тумаки найчастіше бувають у щільних головках, в яких температуропровідність вища, ніж у пухких. У капусти сортів Амагер, Харківська тумакі утворюються за температури мінус 1–2 °С, якщо вона утримувалася близько місяця. За температури мінус 1 °С тумакі не утворюються.



**Рис. 33. Зберігання капусти в контейнерах**

---

---

Інтенсивність дихання капусти під час зберігання навіть у прохолодну погоду з температурою близько 8 °С така, що кожної доби температура підвищується на 1 °С, одночасно кожною тонною головок виділяється 800–1000 г води, внаслідок чого утворюється конденсаційна волога і посилюється розвиток мікрофлори. Враховуючи ці особливості зберігання капусти, головки її добре готують до зберігання: відбирають за розмірами та щільністю, вибраковуюють пошкоджені. Перед закладанням головки обробляють вручну або на лініях. Останні випускають у двох модифікаціях: УДК-30 для обробки й подавання капусти в контейнери і транспортні засоби та ГДК-30.01 для подавання головок у сховище. На цих лініях головки звільняють від зайвих листків і обрізають качани.

Режим зберігання головок капусти такий: відсутність освітлення, низька без коливань температура (0–1 °С), відносна вологість повітря близько 95 %, добра вентиляція, певний газовий склад (не менше 6–7 % кисню й не більше 2–3 % вуглекислого газу). За зберігання в іншому газовому середовищі фізіологічне розкладання головок капусти настає раніше, ніж псування мікрофлорою. Тому зберігати капусту в поліетиленовій упаковці не можна. За зберігання капусти у траншеях, викопаних у ґрунті важкого гранулометричного складу, де вміст вуглекислого газу досягає 5 %, виникає задуха капусти. Відношення площі поверхні насипу, що контактує з докільям, до об'єму продукції, що зберігається, повинно становити 4,5–6. Тому капусту зберігають переважно у буртах, а не в траншеях, крім північних регіонів, де бурти влаштовують із заглибленням 10–20 см. В інших регіонах влаштовують наземні бурти і що південніше вони розміщені, то менші їх розміри. На дно буртів кладуть спочатку підстилку з ялинового гілля, соломи чи очерету, а потім 6–7 рядів головок капусти, які складають так, щоб на самому верху був тільки один ряд головок. У північних регіонах бурти роблять ширші. Траншеї для капусти глибиною не більше 0,5 і шириною 1 м влаштовують з охолоджуваними боками та з канавкою для вентиляції. Витяжні труби встановлюють через кожні 2–3 м. Накривають капусту за настання температури 0–1 °С.

У сховищах з активним вентиляванням питому подачу повітря підтримують на рівні 150–200 м<sup>3</sup>/т за годину. Коли установиться постійна температура (0–1 °С), обмінну вентиляцію проводять щодня не менше 6 разів на добу тривалістю по 30 хв. Як правило, насип має висоту до 3 м, ширина засік – 3–4 м.

Стабільні умови для зберігання головок капусти створюються у спеціалізованих капустосховищах-холодильниках, зроблених за проектами 813-171, 813-2-2, 813-2-4, де вона зберігається протягом 11–12 міс. Місткість сховищ від 1000 до 6000 т.

Капусту зберігають у великих буртах місткістю до 200 т з активною вентиляцією (ширина бурту – 6,5, висота – 3, довжина – 15 м). Продуктивність вентилятора забезпечує питому подачу повітря 80–100 м<sup>3</sup>/т за годину.

Для зберігання використовують постійні буртмайданчики, де закладають 250 т капусти: 8 буртів завширшки 3,4 і завдовжки 27,9 м. Укриття

---

---

роблять з постійних утеплювальних щитів, вентилявання проводять двома вентиляторами.

*Капусту кольрабі* зберігають так само, як коренеплоди, в буртах чи траншеях (краще перешарованими).

*Цвітну капусту* літніх (липневих) строків садіння закладають на зберігання тоді, коли вона утворить розвинену розетку листків і головку розміром 2–4 см. Її викопують, не пошкоджуючи великих коренів, видаляють пожовтіле листя і розміщують у парниках рядами в неглибокій борозенці у вологому піску (щільно одна до одної), присипаючи корені. Парники накривають дерев'яними щитами, зверху – соломною і торфом. За температури 4–6 °С цвітна капуста готова до реалізації через 1,5–2 міс., а за температури 1–2 °С – через 3–4 міс. За більш високих температур головки утворюються швидше, однак бувають пухкими й низької якості.

З кінця лютого всю продовольчу капусту з буртів і траншей слід перевантажити в холодильник, попередньо відсортувавши головки.

Режим зберігання *насінників капусти* відрізняється лише температурою: вона має бути у межах 1–2 °С, що забезпечує диференціацію верхівкової бруньки, а в полі – формування насінневого куща. На насінні цілі беруть головки середнього розміру, без пошкоджень, з двома–трьома прилеглими зеленими листками. Способів зберігання насінників капусти багато, важливо лише дотримувати належного режиму. Інколи насінники вкладають під стелажі теплиць. У сховищах з активним вентиляванням штабелі розміщують перпендикулярно до головного проходу з відстанню між штабелями 0,5 м. У холодильниках насінники зберігають затареними в контейнери коренями до середини (щоб вони не пересихали). Висота, ширина й довжина штабеля становлять, відповідно, 5, 4–5 і 10–12 контейнерів.

За використання буртів та траншей для зберігання насінників капусти їх починають формувати після установаження постійної температури не вище 4–5 °С, до цього зберігаючи капусту в невеликих наземних буртах, трохи прикритих соломною. Ширина траншей – до 1 м, глибина – 0,5–0,7 м, довжина – 10–12 м. У буртах встановлюють припливно-витяжну вентиляцію, яка залишається відкритою до настання температури навколишнього повітря мінус 5 °С. За перешаровування головок вентиляція не потрібна.

Насінники капусти зберігають у траншеях з постійним укриттям, ширина траншей до 3 м, висота по коньку 2,5, а довжина до 40 м. Покрівля двопохила (зроблена з балок), яку влаштовують залежно від зони розміщення вкриття з ізолюючих матеріалів (соломи, ялинового гілля) та ґрунту. Витяжні труби у коньку прокладають через кожні 2–3 м. З боків у стінах траншеї є люки для завантаження продукції, у торцях – двері й сходинок. Головки капусти розміщують уздовж стін.

Насінники капусти добре зберігаються на постійних буртмайданчиках з активним вентиляванням. За збирання капусти в дощову погоду перед укладанням її у великі бурти головкам дають обсохнути.

Існує також спосіб зберігання лише насінників капусти. Його застосовують для зберігання великих качанів, що мають достатній запас



---

---

поживних речовин. Для цього обережно вирізують качан з верхівковою брунькою, а решту головки використовують на продовольчі цілі. Потім верхню частину качана вмочують у захисний матеріал такого складу: 77,5 % води, 3 % метилцелюлози МЦ-100, 18 % крейди, 1,5 % фундазолу. Після обсушування качани складають штабелями заввишки 1,3–1,5 м у два ряди коренями всередину або в контейнери і зберігають у рекомендованому для головок маточної капусти режимі.

За зберігання насінників капусти з качанами у березні проводять перше їх зачищення на станку СВК-100, після чого підвищують температуру зберігання до 7–10 °С, щоб не з'явилися “упряжці”.

*Основними заходами боротьби з хворобами капусти є профілактичні*, які починають з бракування головок перед їх закладанням, а насінників – з бракування ще в полі, за якого видаляють ослаблені, недозрілі та пошкоджені. Процес вибракування триває і протягом усього періоду післязбиральної обробки та зберігання капусти. Найчастіше під час зберігання головки капусти уражуються грибовими й бактеріальними хворобами, а фізіологічні пошкодження їх трапляються значно рідше.

#### **Хвороби капусти**

**Сіра гниль** капусти розвивається ще в полі, а за високих температур зберігання (10 °С і вище) та вологості повітря головки покриваються сірою плісню, ослизнюються і гниють. Для білої гнилі характерний ватоподібний білий наліт з неприємним запахом на листках і качані; пізніше листя ослизнюється, а на грибниці з'являються чорні спори.

**Ризоктоніоз** капусти інтенсивно розвивається у вологу осінь. Виникає біля основи листків, внаслідок чого тканини черешків стають водянистими, набувають світло-бурого кольору, покриваються білою грибницею і згодом відпадають від качана.

**Слизистий бактеріоз** капусти визначають за появою на листках темних плям. Може розвиватись також усередині качанів. Пошкоджена головка має дуже неприємний запах, листки ослизнюються і загнивають. Найчастіше хворіють насінники.

**Фомоз** (суха гниль) розвивається на листках капусти у вигляді сухих плям з чорними крапками або всередині качана, утворюючи порожнини. Листки пізніше ослизнюються (дод. рис. 7).

З фізіологічних хвороб капусти відомі *краплинний некроз та тумачність*.

### **7.3. Зберігання плодів цибулі та часнику**

Для вирощування цибулі й часнику з високою лежкістю потрібно виконувати певні вимоги залежно від біологічних особливостей цих культур, зокрема, висівати районовані (краще місцеві) сорти, попередником яких є зернові культури на родючих ґрунтах суглинкового чи супіщаного гранулометричного складу з реакцією, близькою до нейтральної, та добрим забезпеченням як головними елементами живлення, так і мікроелементами,

---

---

зокрема й сіркою. Вологість ґрунту в перший період вегетації має становити 80 %, у другий – 70 % повної польової вологоємності. Краще зберігається часник літнього садіння; цибуля, посажена у строки, які забезпечують нормальне дозрівання цибулин. Останнє можна регулювати за допомогою заходів агротехніки, наприклад, рівномірно сіяти, що забезпечує вирощування сталого врожаю, який дозріває одночасно і в короткі строки.

Цибуля гострих сортів має тривалий період спокою і добру лежкість. Напівсолодкі й солодкі сорти – малозачаткові, генеративний розвиток їх відбувається швидше, тому вони мають менший період спокою і гіршу лежкість.

### **7.3.1. Збирання і післязбиральна доробка цибулевих овочів**

Наприкінці вегетаційного періоду цибулини повинні добре дозріти, що забезпечить перехід їх у стан глибокого фізіологічного спокою. Повне дозрівання цибулин настає після всихання листків і шийки, формування сухих покривних лусок та певного хімічного складу, який у дозрілому стані має більше складних і менше простих речовин, що потім сприяє зберіганню за більш низьких температур. Щоб забезпечити належне дозрівання цибулин, за несприятливих умов вегетації потрібно проводити такі агрозаходи: припинити поливання за три тижні до збирання, в дощову погоду зрізати листки або підрізати корені чи обробити посіви 0,2 %-м розчином натрієвої або диетиламінової солі ГМК за два тижні до збирання.

За нормальних умов дозрівання цибулі та часнику їх починають збирати тоді, коли цибулини повністю сформовані, у 60–70 % рослин листки полягли й пожовкли, а в стрілкового часнику – нижні листки. Збирати потрібно швидко – за 6–7 днів. Заздалегідь зібрані цибулини недозрілі, мають малий запас поживних речовин, а пізно зібрані – вражаються збудником шийкової гнилі, пізніше зібрані цибулини часнику розпадаються на зубки. У дощову погоду сухі луски цибулин активно поглинають вологу, що призводить до активного відростання кореневої системи та зниження лежкості цибулин.

Є кілька технологій збирання та післязбиральної доробки цибулі. В суху погоду викопану комбайном ЛКГ-1,4 чи вирвану вручну цибулю залишають на 1–2 тижні у полі (у валках) для просушування. Для збирання використовують також картоплекопачі та інші переобладнані підкопувачі. Валки цибулі підбирають комбайном ЛКГ-1,4 чи ЛУК-3, сортують на сортувальному пункті ПМЛ-6, видаляючи домішки та рештки рослин. Сортувальний пункт – це залізобетонний навіс розміром 36×12 м, під яким розміщені вібраційний грохот, що відділяє ґрунт та дрібні домішки, машини для перебирання, на яких вручну видаляють цибулини з видимими дефектами (пошкодження механічні та гниллю), барабанні проминочні машини, вальцовий очисник, сортувалки, стрічкові й лопатеві конвеєри. На сортувальному пункті цибулю звільняють від рослинних решток і калібрують. Лінія має чотири бункери. Пункт обслуговують 13–15 осіб, продуктивність його – 2,5–3 т/год.

---

---

У нестійку погоду зібраний ворох цибулі направляють на пункт, де є сушарка, або розміщують під навісами для вентилявання за допомогою тепловентиляційних агрегатів (ВІТ) або електрокалориферів (ЕФОА-20, ЕФОА-40). Ворох цибулі зазвичай має вологість 60–70 %, його потрібно сушити до вологості зовнішніх лусок цибулин не більше 14 %. Сушити потрібно обережно, особливо часник, в якого потрібно зберегти загальну сорочку, оскільки за її втрати часник у зубках втрачає лежкість.

Спочатку цибулю сушать повітрям за температури 30–35 °С, а за 8–10 год до закінчення сушіння температуру підвищують до 45 °С. За такої температури гине збудник шийкової гнилі. Після висушування цибулю стрічковим конвеєром, що встановлений між бункерами, подають у відминочну машину, потім у сортувальну СЛС-7 і далі в нагромаджувальні бункери, чи безпосередньо системою конвеєрів у камери для зберігання.

Можна сушити й іншими способами. Якщо ці процеси проводити інтенсивно й швидко, то можна уникнути зон конденсації вологи (трохи вище зони сушіння) та процесів гниття. Температура повітря під час сушіння цибулі має бути не нижче 30–35 °С та відносна його вологість 50–60 %. У пересушеної цибулі з вологістю верхніх лусок 8 % починається відтік води із соковитих лусок.

Режим сушіння часнику є таким самим, як і цибулі. Його сушать до вологості лусок 14–15 %. За температури повітря 45 °С гинуть кліщі й нематоди, шийка цибулини стає тоншою та щільнішою.

Якщо в господарстві є спеціалізоване цибулесховище, то сушильне обладнання розміщують біля нього під навісом. Цибулю (ворох), що надходить з поля, завантажують у дві засіки заввишки 2,8 м, в яких за дві доби можна підсушити ворох до вологості лусок 30–35 %. Потім цибулю вивантажують, відминають, сортують і знову подають у сушильне обладнання безпосередньо у сховищі, де її досушують протягом 8–12 год до вологості лусок 15–16 % за температури 45–46 °С. Після сушіння цибулю охолоджують і зберігають у цих самих камерах.

Цибулесховища для активного вентилявання підігрітим повітрям обладнані електрокалориферами. У них закладають відсортовану цибулю з вологістю 30–35 %. Сушіння цим способом триває 6–8 діб.

### **7.3.2. Особливості зберігання цибулі й часнику різного цільового призначення**

Як об'єкт зберігання цибулина – плід із вкороченим стеблом (денце) та прикріпленими до нього соковитими й сухими лусками (останні захищають цибулину від висихання). У гострих сортів цибулі сухі луски закриті, в солодких – відкриті. На зберігання цибулі значно впливає її хімічний склад. Цибуля містить 13–14 % сухих речовин, а саме: цукрів – 8–9 %, білка – 2 %, ефірної олії – 13–20 мг (в гострих сортів цибулі вміст її більший), багато солей калію, сірки (на кожні 100 г 153–184 мг), менше кальцію, магнію, заліза, цинку та ін.

---

---

Основними компонентами ефірної олії, які визначають специфічний запах цибулі, є сірковмісна сполука аллілпропілдисульфід, а також леткі сполуки, що викликають сльозоточиву дію, – оксиди тіопропаналю, тіоетаналю та тіобутаналю. У цибулі містяться також сульфосполуки з групи фітоалексинів, що є показником стійкості проти грибних захворювань. Це 1 д/1, 3-діон-5-актилциклопентан та 2д/1, 3-ціон-5-гексилциклопентан. Вони можуть пригнічувати розвиток деяких бактерій. У внутрішніх соковитих лусках цибулі ефірних олій удвічі більше, ніж у зовнішніх. Особливо високі фітонцидні властивості цибулі виявляються під час її проростання.

У цибулин одно- чи дворічної культури є добре вираженим *стан глибокого спокою*. Його цибулина набуває у зв'язку із зменшенням світлового дня наприкінці літа, через зміну спектра сонячних променів та зниження температури повітря. Стан спокою розглядають як блокування процесу поділу клітин, зумовлене зниженням інтенсивності фізіолого-біохімічних процесів, зміною стану протоплазми та обміну речовин у клітинах, що призводить до різкого зниження вмісту нуклеїнових кислот, амінокислот, ауксинів, вітамінів групи В, які беруть участь у поділі клітин.



**Рис. 34. Зберігання цибулі**

У період спокою відбуваються фізіологічні та морфологічні процеси, завершується формування генеративних органів (температура 2–10 °С) у точках росту. За температури вище 10 °С диференціація клітин здійснюється повільно, а за 18 °С взагалі не відбувається. Отже, найкращими є режими зберігання продовольчої цибулі та сіянки за температури мінус 1–2 °С, а

насінної – за 2–3 °С. Для сіянки можна також застосовувати теплохолодний режим за низьких (0–1 °С) або високих (18 °С) температур, за яких диференціація бруньки та стрілкування цибулі-сіянки не відбуваються. Відносна вологість повітря для цибулі будь-якого цільового призначення повинна становити до 70 %.

**Лежкість насінних (маточних)** цибулин залежить від їх розмірів. Дрібна насінна цибулина стрілок не утворює, дуже велика – погано зберігається (а в полі насінники пошкоджуються мозаїкою). Тому маточна цибулина повинна мати середні розміри.

Великі й середні цибулини продовольчого призначення під час зберігання втрачають менше маси, ніж дрібні (табл. 7.1). Тепло- й вологовиділення цибулею невеликі, тому товщина шару її зберігання залежить від конструкції сховища. У стаціонарних сховищах з активним вентиляванням висота насипу становить 2–2,5 м за питомої подачі повітря 60–200 м<sup>3</sup>/т за годину. У холодильниках цибулю, затаровану в ящики, штабелюють на висоту до 3 м, затарену в контейнери місткістю 200–300 кг ставлять у 4 яруси, затарену в пакети з товстого поліетилену по 35–40 кг складають на піддони в 4–5 ярусів.

Таблиця 7.1

**Норми природних втрат свіжих овочів і картоплі за тривалого зберігання, %**

Продукція	Спосіб зберігання	Вересень	Жовтень	Листопад	Грудень	Січень	Лютий	Березень	Квітень	Травень	Червень	Липень	Серпень
		3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
<i>Холодна зона</i>													
Столові буряки, редис, бруква, кольрабі, пастернак	З штучним охолодженням	1,5	0,8	0,8	0,7	0,6	0,6	0,6	0,8	0,9	0,9	–	–
	Без штучного охолодження	1,7	0,9	0,8	0,7	0,6	0,6	0,6	0,8	1,1	1,9	–	–
	У буртах, траншеях	1,5	1,0	0,7	0,6	0,2	0,3	0,6	0,9	2,0	–	–	–
Морква, петрушка, селера, ріпа	З штучним охолодженням	2,2	1,3	1,2	0,8	0,7	0,7	0,7	1,0	1,0	–	–	–
	Без штучного охолодження	2,3	2,0	1,3	0,8	0,7	0,8	1,0	1,2	1,4	–	–	–
	З перешаруванням піском	1,2	1,0	0,6	0,4	0,3	0,4	0,4	0,6	1,2	–	–	–
	У буртах або траншеях	1,5	1,3	1,2	0,6	0,6	0,6	0,8	0,9	2,0	–	–	–

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
Капуста біло- та червоноголова, савойська, брюссельська середньостиглі сорти	Без штучного охолодження	–	3,3	2,4	1,1	2,5	2,7	–	–	–	–	–	–
	У буртах або траншеях	–	3,3	1,8	1,0	2,0	2,5	–	–	–	–	–	–
	З штучним охолодженням	2,3	1,3	1,0	1,0	1,0	1,0	1,3	1,8	1,8	–	–	–
Капуста біло- та червоноголова, савойська, брюссельська пізньостиглі сорти	Без штучного охолодження	–	2,8	2,1	1,0	1,0	1,2	1,3	1,5	–	–	–	–
	У буртах або траншеях	–	2,8	1,8	0,8	0,8	0,8	1,1	1,3	–	–	–	–
	З штучним охолодженням	0,8	0,7	0,6	0,5	0,5	0,5	0,6	0,8	1,1	1,2	1,5	1,5
Цибуля-ріпка та цибуля-вибірка продовольча	Без штучного охолодження	1,7	1,2	1,1	0,6	0,6	0,6	0,6	1,0	1,7	–	–	2,5
	З штучним охолодженням	1,6	1,0	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	1,5	1,5	1,5	1,7
Гарбузи	Без штучного охолодження	3,0	2,0	1,2	1,1	1,1	1,2	1,3	1,5	–	–	–	–
	З штучним охолодженням	1,5	1,2	0,7	0,5	0,3	–	–	–	–	–	–	–
Картопля	У спеціалізованому сховищі	1,4	1,2	0,8	0,6	0,5	0,5	0,5	0,9	1,1	–	–	–
	У буртах або траншеях	1,4	1,0	0,7	0,4	0,4	0,4	0,7	0,9	1,5	–	–	–
<i>Тепла зона*</i>													
Буряки, редис, бруква, кольрабі, хрін, пастернак	З штучним охолодженням	1,6	1,1	1,0	0,7	0,6	0,7	1,0	1,1	1,1	1,2	–	–
	Без штучного охолодження	2,0	1,3	1,0	0,7	0,6	0,7	1,2	1,8	1,9	2,0	–	–
	У буртах або траншеях	–	1,5	1,3	0,7	0,5	0,6	0,7	2,3	2,5	–	–	–
Морква, петрушка, селера, ріпа	З штучним охолодженням	2,3	1,8	1,3	0,8	0,7	1,3	1,4	1,6	1,8	1,9	–	–
	Без штучного охолодження	2,5	2,2	1,3	0,8	0,7	1,3	1,6	2,3	2,5	–	–	–
Капуста біло- та червоноголова, савойська, брюссельська середньостиглі сорти	Без штучного охолодження	–	4,0	3,8	2,3	–	–	–	–	–	–	–	–
	У буртах або траншеях	–	3,5	2,3	1,8	1,3	1,3	2,0	–	–	–	–	–

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
Цибуля-ріпка та цибуля-вибірка продовольча	Без штучного охолодження	0,8	0,7	0,6	0,5	0,5	0,5	1,0	1,3	1,6	1,6	1,8	1,8
	З штучним охолодженням	2,0	1,5	1,3	0,7	0,6	0,7	1,1	1,6	2,0	–	–	3,0
Часник	З штучним охолодженням	1,9	1,7	1,2	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,7	1,7	1,7	2,0
	Без штучного охолодження	3,2	2,1	1,5	1,1	1,1	1,2	2,0	2,5	–	–	–	–
Гарбузи	З штучним охолодженням	1,5	1,2	0,7	0,5	0,3	0,3	–	–	–	–	–	–

\* *тепла зона: Херсонська, Миколаївська, Кримська та Одеська області*

На півдні суху цибулю зберігають у траншеях, глибина та ширина яких 0,7 м,кладаючи на солом'яну підстилку та перешаровуючи соломною або половою. Так самокладають цибулю у невеликих (довжина 10–12, ширина 1,2–1,4, глибина 0,2–0,3 м) буртах, влаштованих на підвищених, добре провітрюваних ділянках. Для зберігання у весняно-літній період цибулю з буртів і траншей перевантажують у холодильники, де підтримують температуру близько 0 °С та відносну вологість 60–65 %.

**Продовольчий і насінний часник** зберігають за температури 1–3 °С та відносної вологості повітря не вище 70 %. Основні труднощі його післязбиральної обробки – зберегти цибулину цілою. Тому після збирання часник затарюють у дрібну з *твердого матеріалу* тару, в якій його сушать і зберігають.

Щоб цибуля рано не проросла у сховищах і холодильниках слід підтримувати низьку вологість повітря, краще близько 60 %. Для цього використовують підігріте або висушене чи морозне повітря з низькою вологістю, а також проводять вентилявання лише сухим повітрям. Крім того, в холодильнику проводять так зване виморожування вологи видаленням “шуби” на батареях охолодження: повітря з температурою мінус 1 °С та відотною вологістю 85 % і більше видаляють з камери відсмоктувальним вентилятором, а нагнітальним – продувають крізь охолоджувальні батареї, внаслідок чого знижуються температура (на 5–7 °С) та вміст вологи. Потім доводять вологість повітря до 70 %, а температуру до мінус 3 °С і подають його в камеру зберігання.

**Теплохолодний спосіб зберігання цибулі-сіянки** полягає в тому, що з осені і до настання мінусової температури в цибулесховищах підтримують температуру близько 18 °С. Після установаження зовнішньої температури повітря мінус 1–2 °С, за два–три дні в цибулесховищі охолоджують повітря до мінус 1 °С і зберігають цибулю доти, поки температура навколишнього середовища не підвищиться і не виникне небезпека підвищення її в сховищі (березень). Тоді цибулю за 2–3 дні знову переводять на теплий спосіб

---

---

зберігання. Найкраще охолодження й теплення цибулі проводити за допомогою активного вентилявання.

Призначені для зберігання невеликі *партії часнику* парафінують. Спочатку цілі головки його затарюють у сітки, а потім занурюють у суміш парафіну (97 %) та моногліцерину (2–3 %) на 2–3 с. Після цього сітки складають у ящики і зберігають за температури  $\pm 1$  °С.

Найбільшої шкоди завдають цибулі й часнику під час зберігання сіра шийкова гниль цибулі, біла гниль денця цибулі і часнику та зелена гниль часнику.

*Сіра шийкова гниль цибулі*, як правило, заноситься з поля (розвивається у недозрілій шийці). Якщо цибулю не прогріти до температури 45 °С, то хвороба прогресує і через 1–1,5 міс повністю охоплює всю цибулину. Зверху хвора цибулина покрита сірим нальотом, а всередині має вигляд запареної.

*Біла гниль денця цибулі й часнику* буває склероціальною та фузаріозною. За склероціальної гнилі утворюється біла щільна грибниця, а тканина цибулини стає м'якою, водянистою, повністю згниває. За фузаріозної – на денці цибулини розвивається біла або рожевувата грибниця. Що вища температура, то швидше розвивається хвороба.

*Зелена плісенеподібна гниль часнику*, або *пеніцильоз*, найчастіше уражує часник, рідше цибулю. Пошкоджені зубки за зовнішнім виглядом начебто в'ялі, на соковитій тканині утворюються дрібні вдавнені світло-жовті плями. Потім зубки розм'якшуються, а плями спочатку покриваються білуватим, а потім рожевим нальотом. Пошкоджена тканина перетворюється на трухляву масу. Масове пошкодження настає через 2–3 міс. після закладання на зберігання, особливо на підморожених чи травмованих цибулинах в умовах високих температур та відносної вологості повітря.

## 7.4. Зберігання плодових і зеленних овочів

### 7.4.1. Зберігання плодових овочів

*Біологічною основою лежкості* плодових овочів, до яких належать помідори, солодкий перець, баклажани, огірки, кавуни та ін., є *використання післязбирального дозрівання*. Найбільша тривалість цього періоду в плодів, які нагромаджують багато запасних речовин (переважно пізні сорти). Обмежуючи інтенсивність дихання низькими температурами та вмістом кисню в середовищі, вдається зберегти плодові овочі та використовувати їх у їжу свіжими через 0,5–3 міс. після закінчення основного сезону споживання.

Для зберігання потрібно відбирати середніх розмірів плоди і тримати їх у темряві за температури, яка не викликає фізіологічних змін. За тимчасового зберігання температура має становити 10–20 °С, відносна вологість повітря 70–80 %.

*Помідори* у своєму хімічному складі містять переважно воду (93–94 %), а в складі сухої речовини містяться здебільшого цукри (3–4 %), органічні кислоти (0,5 %), пектинові та мінеральні речовини, вітаміни. У



---

---

зв'язку з великим вмістом води у помідорах відносна вологість повітря під час їх зберігання повинна бути не менше 90 %.

Умови вирощування помідорів для тривалого зберігання повинні бути достатніми для нагромадження значної кількості поживних речовин, оскільки за невеликого їх вмісту наприкінці зберігання плоди стають несмачними, витрачаючи на дихання органічні кислоти та цукри.

Помідори червоної стиглості зберігають за температури 1–2 °С в холодильнику протягом 1 міс., а рожевої та бланжової – за вищої температури. Для більшості сортів бланжової стиглості оптимальна температура зберігання становить 4–6 °С, молочної 8–10 °С. Однак плоди одних сортів не витримують температури нижче 15 °С, а інших – 5–6 °С. Тому нині розробляють технології зберігання різних сортів помідорів.

Для тривалого зберігання плоди збирають вручну. Після збирання їх охолоджують водою або повітрям за допомогою вентиляування з невеликою питомою подачею. У процесі дихання плодів виділяється етилен, який прискорює їх дозрівання, тому його періодично видаляють. Тара для зберігання помідорів – невеликі ящики місткістю 8–10 кг, які ставлять у штабель заввишки 8–10 ярусів.

Сорти помідорів, які не витримують температури нижчої 8–10 °С, зберігають у регульованому газовому середовищі, в якому вуглекислого газу – 2 %, кисню – до 8, азоту – до 90 %. Деякі сорти зберігають у середовищі з концентрацією вуглекислого газу 5 %, кисню 2–4 % за температури 4–5 °С протягом 2 міс., а перед реалізацією – 10 днів за температури 18 °С. Для помідорів бланжевої стиглості – температура 3–5 °С, вміст кисню – близько 2 %, за яких плоди довго залишаються недозрілими. За тиждень до реалізації температуру підвищують до 10 °С і вище, після чого вони швидко дозрівають. Отже, в умовах регульованого газового середовища та охолодження помідори можна зберігати протягом 3 міс.

Якщо потрібно прискорити дозрівання помідорів, використовують етилен, який подають із балона в камеру, завантажену недозрілими плодами однакової стиглості. Залежно від ступеня стиглості помідорів витрата етилену становить 10–20 л/т. Плоди молочної стиглості дозрівають через 4–5, а зелені – через 6–8 діб.

**Баклажани** за температури 2–4 °С та відносної вологості повітря 90 % можна зберігати 2–3 тижні. У модифікованому середовищі їх не тримають. Дія на баклажани високих температур навіть протягом короткого часу збільшує в них кількість соланіну та знижує вміст антоціанів. На світлі у них погіршується пігментація і утворюється соланін. Зниження температури до 0 °С викликає фізіологічні розлади у плодах – утворюються бурі плями і починаються процеси гниття.

**Солодкий перець** за температури 10–11 °С, відносної вологості повітря 87–93 % та вільного доступу кисню зберігається протягом 1–1,5 міс.

**Кабачки, огірки, зеленці патисонів** для переробки збирають у технічній стиглості, тому для зниження втрат їх можна зберігати за температури 4–5 °С та відносної вологості повітря 90–95 %. У таких умовах

---

---

сировина зберігається 2–3 дні. Корнішони й пікулі слід переробити у день збирання. Для підтримання високої відносної вологості повітря ящики з корнішонами та пікулями загортають у плівку або зберігають за періодичного зрошення.

*Дині, кавуни та гарбузи* для споживання збирають у дозрілому (кавуни, гарбузи) та майже дозрілому (дині) стані, залишаючи 2–3 см плодоніжки. *Дині* після збирання спочатку пров'ялюють 10–12 днів, перевернувши до світла боком, на якому вони лежали у період вегетації. Потім їх поштучно вкладають на стелажі або в тару, перешаровуючи торфом (піском) в 1–2 шари або підвішують у сітках з рогажі. За температури 2–3 °С та відносної вологості повітря близько 80 % дині зберігають 3–4 міс.

Дозрілі без пошкоджень *кавуни* зберігають на підстилці з соломи чи полови в один шар, а в буртах або траншеях у 2–5 шарів, перешаровуючи соломою. Найкраще їх зберігати за температури 3–5 °С та відносної вологості повітря до 80 %.

*Гарбузи* лежких сортів за температури 6–8 °С та відносної вологості повітря близько 70 % зберігаються до року, а в умовах більш високих температур – кілька місяців, але втрата маси значно більша.

#### **7.4.2. Зберігання листкових овочів і пучкової продукції**

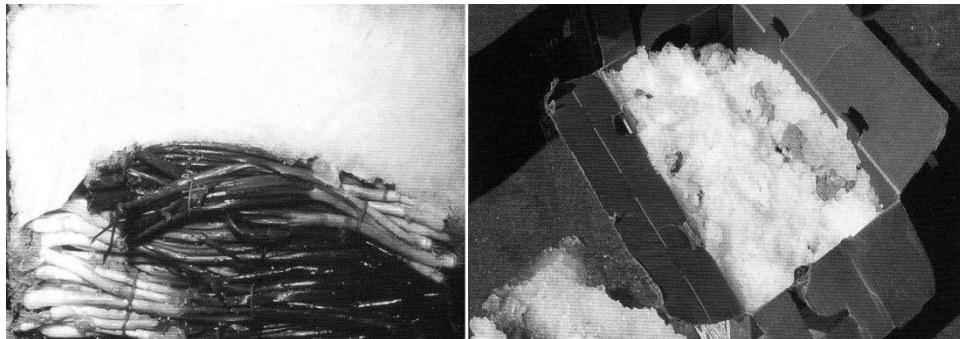
До цієї продукції належать зелений горошок та квасоля (молочно-воскової стиглості), салат, щавель, петрушка, селера, кріп, зелень цибулі й часнику, качани кукурудзи, черешки ревеню та пагони спаржі. Зерно горошку і квасолі, зібране в технічній стиглості, коли співвідношення вмісту крохмалю і цукру дорівнює 5:5, може зберігатися 2–3 год, а в бобах – до 10 год. До місць консервування зерно бобових перевозять у цистернах з холодною водою. Насіння в бобах в холодильнику за температури 0–1 °С може зберігатися 3–4 доби.

Салат (головки або листки) містить до 95 % води. Його вкладають у ящики, накривають поліетиленою плівкою і зберігають у холодильниках за температури, близької до 0 °С, та відносної вологості повітря 95 %.

В усіх листкових овочів лежкість не виражена, оскільки вони мають велику поверхню випаровування, високу вологість, слабку водоутримувальну здатність клітинних колоїдів. Майже всі ці овочі зберігають за температури 0–2 °С та відносної вологості повітря 97–98 % протягом кількох годин, а заморожені – зв'язаними в пучки по 5–10 кг – 1 міс. Якщо зниження температури досягають вентиляванням, то пучки кладуть у відкриті поліетиленові пакети.

Листки щавлю швидко втрачають вологу і в'януть. Тому їх зберігають у поліетиленових пакетах по 5–10 кг або в ящиках, зволожуючи водою. В холодильниках у пакетах щавель зберігають до 20 діб, в ящиках – до 7, у сховищах з активним вентиляванням – до 3 діб. За таких умов втрати маси становлять відповідно 0,5 %, 1,5 та 5–7 %.

Помите листя петрушки, селери й кропу, зв'язане в пучки та упаковане в пакети, можна зберігати за температури 0–1 °С. Крім того, ці овочі зберігають у середовищі вуглекислого газу та кисню, вміст яких – по 10 %. Пакети з продукцією надувають газовою сумішшю та заклеюють, тоді листки добре зберігають свою форму.



**Рис. 35. Зберігання пучкової продукції**

Тривалість зберігання зеленої цибулі, часнику, качанів цукрової кукурудзи, черешків ревеню та етіюльованих пагонів спаржі за температури 0–1 °С в умовах високої вологості неоднакова. Зелені цибулю і часник укладають в ящики або в невеликі пакети. За температури 5–7 °С вони зберігаються до 8 діб, а за 0–1 °С до 1 міс., втрачаючи масу до 1 %. Овочевий горох і качани цукрової кукурудзи в пакетах зберігають у холодильниках до двох тижнів; ревінь у ящиках масою 15–20 кг за температури 0–1 °С – 20 діб. Помиті пагони спаржі, зв'язані в пучки чи вкладені розсипом у ящики, обгортають вологою мішковиною і за температури 0–1 °С зберігають до 1 міс. Відносна вологість повітря становить 90–95 %.

### **7.5. Післязбиральна доробка та зберігання садовини**

Незважаючи на невисоку енергетичну цінність плодів кісточкових, зерняткових та ягід, їх значення у житті людини досить велике, оскільки в них міститься 10–20 % біологічно активних речовин. Це цукри, кислоти, пектинові речовини, вітаміни, клітковина, геміцелюлоза. Плодоягідна продукція має не тільки біологічну цінність, а й високі смакові властивості, що визначаються цукрово-кислотним коефіцієнтом, який дорівнює 14–15 та відповідає кисло-солодкому смаку і не потребує виправлення. На хімічний склад плодів, крім сортового, впливають фактори вирощування.

Лежкість плодів визначається періодом зберігання, за якого вони тривалий час мають добрий товарний вигляд, високі смакові якості і мало втрачають у масі.

За періодом зберігання в оптимальних умовах плоди поділяють на три групи: з тривалим періодом (3–8 міс.) – яблука й груші зимових сортів, виноград пізніх строків дозрівання, лимони, апельсини, журавлина, горіхи; з

---

---

середнім (1–3 міс.) – яблука, груші, айва, брусниця, виноград середніх строків дозрівання; з коротким (15–20 діб) – яблука ранні, всі кісточкові, ранні груші та виноград, ягоди смородини, агрусу та ін.

### **7.5.1. Вплив факторів вирощування на якість плодів**

Лежкість плодів залежить від сорту, швидкості дозрівання та умов вирощування. Рівномірна тепла погода подовжує настання дозрівання та збільшує тривалість зберігання плодів; дуже високі температури, навпаки, прискорюють дозрівання і скорочують тривалість їх зберігання.

*Географічне розміщення* насаджень впливає на біологічні властивості яблук. Так, Антонівка, Зоря Поділля, Рубінове Дуки та інші в північних районах України є осінніми, а в південних – літніми сортами. Плоди, вирощені в горах, містять менше цукрів і більше органічних кислот, вітаміну С, оскільки там інтенсивніша дія ультрафіолетового випромінювання.

На лежкість та інші показники плодів впливає *гранулометричний склад ґрунту*: на глинистих ґрунтах вони формуються дрібніші, пізніше дозрівають, але довше зберігаються, ніж вирощені на ґрунтах піщаного та супіщаного гранулометричного складу. На останніх плоди мають бідніший хімічний склад – містять менше сухих речовин. Найкращу сировину (виноград) для виробництва вина одержують на вапнякових ґрунтах, що мають певний природний набір поживних речовин, які забезпечують специфічний букет вина.

На якість плодів ще більше впливає поєднання типу ґрунту з кліматичними умовами. Плоди груші, вирощені на багатих на поживні речовини ґрунтах, мають кращі смакові властивості. Найкращі за технологічними властивостями плоди черешні, вишні, абрикоса формуються за вирощування на чорноземах.

На лежкість плодів значною мірою впливають *температура і вологість* у вегетаційний період. Окремі сорти по-різному реагують на ці фактори. Висока температура в поєднанні з великою кількістю опадів зумовлюють інтенсивний ріст, швидке дозрівання плодів та зменшення у них вмісту запасних поживних речовин. На практиці часто спостерігається нележкість так званих “напоєних” плодів сливи й винограду, які під час збирання дуже травмуються, а в період зберігання втрачають масу внаслідок інтенсивного дихання. За підвищених температур зберігання такі плоди мають властивість “текти”. Особливо нележким є урожай, вирощений за поливу стічними водами з великим вмістом азоту і невеликим вмістом калію.

За нерегулярного зрошення порушується забезпеченість плодів кальцієм і бором, внаслідок чого плоди хворіють на ямчастість та опробковіння. Надмірні поливи в умовах повітряної засухи можуть призвести до утворення на плодах мікротріщин, що посилює їх захворюваність.

Найсприятливішими умовами для формування лежкої плодоягідної продукції є рівномірні температура та вологість. У жарке літо період вегетації та дозрівання плодів зазвичай скорочується, а в холодне – подовжується. Для смородини найоптимальнішими умовами формування лежкої й цінної у тех-

---

---

нологічному відношенні продукції є прохолодне літо, для садових суниць – навпаки.

Для плодів зерняткових дуже важливими є *метеорологічні умови* останніх перед збиранням 3–4 тижнів. Якщо в цей період денна та нічна температури повітря високі, то плоди яблук швидко втрачають смак, соковитість, уражуються борошнистою рососою, а під час зберігання є схильними до загару. За чергування теплих днів з прохолодними ночами поліпшується забарвлення плодів, підвищується стійкість їх проти загару. Надмірні опади в цей період викликають побуріння м'якуша плодів яблук, а в передгірській зоні, де повітря вдень сухе й тепле, а вночі холодне, формуються плоди з високим вмістом ароматичних речовин, з щільними тканинами, що менше травмуються під час збирання і транспортування.

Багато сортів яблук позитивно реагує на задерніння міжрядь: поліпшуються забарвлення плодів, хімічний склад, збільшуються сума поліфенольних речовин, вихід стандартних плодів.

На якість плодів значно впливають *умови живлення*. Так, яблука, вирощені за надлишкового азотного живлення, – великі, слабозабарвлені, під час зберігання мають високу інтенсивність дихання, хворіють на плямистість та гниють. Партії таких плодів закладають на короточасне зберігання. За недостатнього азотного живлення забарвлення плодів яскравіше, але вони мають підвищену кислотність та меншу ароматність. Погіршення лежкості плодів за внесення високих доз азотних добрив пояснюється порушенням балансу живлення, внаслідок чого кальцій переміщується в ростові пагони і вміст його в клітинах м'якуша плодів є недостатнім.

За надлишку фосфору плоди зерняткових формуються дрібними, краще забарвленими, але більш твердими, без характерних для сортів смакових якостей. Зберігаються вони довго, однак смакові якості їх залишаються поганими, а деякі сорти яблук за такого живлення найчастіше хворіють на гниль сердечка. За нестачі фосфору формуються плоди, які під час зберігання мають високу інтенсивність дихання та схильність до гниття і внутрішнього побуріння.

За доброї забезпеченості калійними добривами формується гарне антоціанове забарвлення плодів, підвищуються щільність їх тканин і кислотність. У разі нестачі калію знижується засвоюваність кальцію, що призводить до формування нестандартних плодів, які під час зберігання швидко в'януть та перезрівають.

Кальцій стабілізує ультраструктуру плодів, забезпечує нормальне функціонування клітинних стінок, входячи до складу пектинових речовин. За низького його вмісту підвищується розчинність пектинових речовин, що призводить до стоншення клітинних стінок, посилення інтенсивності дихання, швидкого старіння плодів, зниження їх стійкості проти грибних та фізіологічних захворювань. Тому на бідних ґрунтах для поліпшення лежкості плодів після цвітіння дерева обприскують 1 %-м розчином нітрату кальцію та проводять вапнування міжрядь.

---

---

За надлишку в ґрунті маґнію підвищується схильність плодів до гіркої ямчастості, а за надлишку бору – до захворювання на склоподібність.

Лише збалансоване мінеральне живлення сприяє оптимальному нагромадженню у плодах пектинових речовин, оскільки протопектин є складовою частиною клітинних мембран.

Яблука, вирощені без внесення у ґрунт мінеральних добрив на доброму органічному фоні, також мають високу лежкість. Інтенсивні сорти позитивно реагують на підвищені дози повного мінерального живлення, а роздрібне внесення добрив подовжує період дозрівання та зберігання. За надто високих доз мінеральних добрив плоди хворіють на пухлість. Особливо шкідливим для лежкості плодів є внесення високих доз мінеральних добрив у молодих садах.

На збереженість плодів впливає також *вік дерев*: найкраще зберігаються плоди з дерев середнього віку. За загущеної крони формуються плоди з гіршим хімічним складом, погано забарвлені, внаслідок чого знижується врожай вищого та першого сортів. Сильне обрізування дерев викликає утворення плодів з поганою лежкістю. Вирощені за сильного освітлення плоди під час зберігання хворіють на склоподібність, а вирощені в тіні будуть твердими й зеленими і через багато місяців зберігання серцевина пошкоджується пліснями, м'якуш передчасно буріє. Яблуні на середньорослих та карликових *підщепах* дають плоди більше забарвлені та кращі за смаковими якостями, ніж дерева на сильнорослих підщепах, однак плоди з дерев на сильнорослих підщепах довше зберігаються.

### 7.5.2. Збирання і товарна доробка плодів саду

Тривалість зберігання плодів визначається переважно ступенем їх стиглості під час збирання. Найкраще збирати плоди у знімальній стиглості, яка настає за досягнення нормального розміру та маси, властивих помологічному сорту, набуття певного забарвлення шкіркою та внутрішніми тканинами, нагромадження достатньої для тривалого зберігання кількості поживних речовин. Встановлено, що для зерняткових має значення сума ефективних температур, необхідна для формування плодів з доброю лежкістю, наприклад, у північній частині Полісся зимових сортів яблук для тривалого зберігання не вирощують через недостатність теплих днів.

*Біологічне значення оптимального строку збирання* плодів полягає в тому, що в цей час відбувається збалансування процесу нагромадження органічних речовин у плодах та розщеплення їх у результаті життєдіяльності. Однак цей період дуже короткий, після чого у плодах посилюється гідроліз речовин. Зібрані в цей період плоди високолежкі, до настання фізіологічної (споживчої) стиглості набувають хороших смаку та аромату, вони стійкі проти фізіологічних та мікробіологічних захворювань. За раннього збирання плодів у них нагромаджується мало запасних речовин і наприкінці зберігання вони стають несмачними, містять багато хлорофілу, що не перетворився на каротиноїди. Проте різні сорти яблук реагують на строк збирання по-різному: трохи раніше за настання збиральної стиглості потрібно зривати яблука сор-

---

---

тів Слава переможцям, Мекінтош, Антонівка звичайна, Пепін шафранний, Кальвіль мліївський, Уманське зимове, Зимове Плесецького, Ренет Сими-ренка, Джонатан, Рубінове Дуки, Кальвіль сніговий, Ренет шампанський. У повній технічній стиглості збирають яблука сортів Пепінка литовська, Мелба, Ренет ландзберський, Подільське, Бойкен, Пармен зимовий золотий, Кандиль синап, Мантуанське, Розмарин білий, Делішес, Мліївська красуня.

За дотримання оптимального строку збирання строк зберігання плодів подовжується на 1–3 міс.

Плоди кісточкових збирають у стані знімальної стиглості, коли вони повністю сформовані, набули характерних для сорту кольору, смаку, аромату, мають щільний м'якуш. Ягоди збирають за досягнення споживчої стиглості, але зі щільним м'якушем.

Найкраще плоди та ягоди збирати в суху погоду, після висихання роси, а зібрані у мряку потрібно обсушити. За нічних заморозків плоди збирають після відтавання плодів, підморожені – використовують для переробки.

Здатність заліковувати рани на плодах у яблук і груш виявляється лише тоді, коли вони ще знаходяться на деревах. Тому їх потрібно збирати, запобігаючи механічним пошкодженням, які призводять до появи фракції нездатних зберігатись (з відкритими пошкодженнями) або фракції нестандартних (нижчого сорту з плямами від ударів) плодів.

Збирання плодів плодоягідних культур – процес трудомісткий, витрати на який становлять 26–42 % від загальних витрат на виробництво. Тому заздалегідь готують тару, пакувальний матеріал, засоби механізації, пристосування та ін. Сад очищають від бур'янів, які перед збиранням виривають у пристовбурних кругах, а не скошують, бо плід, що падає на колючу стерню, для тривалого зберігання непридатний. Міжряддя вирівнюють, щоб зменшити травмованість плодів під час транспортування і забезпечити нормальну роботу збиральних машин.

Механізований спосіб збирання плодів передбачає їх струшування (плоди падають на брезентові полотна), зчісування (суниці), збивання або струшування струменем повітря (виноград).

Плоди сливи, вишні, черешні збирають машинами ВУМ-15 або ВСО-25. Дерева для цього мають бути заввишки 4–5 м, а висота штамба – не менше 0,7–0,8 м. Кожна з машин має переносний уловлювач плодів УП-5. Для збирання кісточкових з дерев заввишки 6 м використовують машину ПСМ-53, а також плодозбиральну машину Е-842 виробництва Німеччини. Ці машини здійснюють так зване позиційне збирання, тобто зупиняються біля кожного дерева. Продуктивність їх – 40–50 дерев за зміну. Створюють також машини поточної дії. Для деяких сортів кісточкових залишається ще не вирішеним питання відривання плодоніжки. Пульсуючим струменем повітря збирають не більше 95 % плодів. Під час механізованого збирання до 80 % плодів пошкоджують переважно гілками крони. За застосування лоткової машини процент травмованих плодів є меншим. Для збирання ягід смородини застосовують машини МПЯ-1 та СПЯ-1А, проте втрати досягають 20 %. Тому смородину збирають вручну. Продуктивність праці залежить від

---

---

організації роботи. По-перше, збирачі повинні бути навчені правилам збору певного виду плодів, знати вимоги до якості товарних сортів. Найкращий ефект в зберіганні та найдовша його тривалість забезпечуються тоді, коли продукцію сортують під час збирання: збирають усі плоди підряд, розкладаючи їх у відповідну тару по сортах, або по черзі зривають з дерева плоди вищого, першого, другого і третього сортів.

Для збирання застосовують столики, драбини, торби з відстібним дном, корзини-стовбушки, відра, обтягнуті всередині тканиною. Як правило, збиранням плодів з одного великого дерева зайняті 4–5 осіб: один знімає плоди знизу, один або два – зверху, один висипає, один інспектує і вкладає плоди у тару.

Плоди без сортування в саду зсипають у контейнери КСП-0,5, які складаються з двох бічних і двох торцевих щитів та днища, укріплених на металевому піддоні. Зазор між дощечками – не більше 1 см. Використовують також плодові розбірні КП-250 і нерозбірні КП-300 контейнери та піддони марки 2ПОЧД.

Збирання плодів значно полегшується за застосування платформи ПОС-0,5, у якій є вгорі майданчик для тари та збирача. Майданчики на платформі ПОС-0,5 рухомі: їх можна наближати до крони чи віддаляти від неї, за потреби висипати плоди в тару. Коли платформа заповнена тарою з плодами, раму верхнього яруса опускають і контейнери вивозять з міжряддя чи переставляють на транспорт, а платформу повертають у сад. Платформу ПКО-07 застосовують для збирання плодів з дерев, що мають об'ємну крону. Основою її є двохосьовий тракторний причіп 2ПТС-4М, на якому змонтовано висувний трап, що складається з рами, дерев'яного настилу, перил, гумового облицювання. На платформу ставлять шість контейнерів, і вона зі зсунутими майданчиками-трапами заїжджає у міжряддя. Збирачі розміщуються на трапах та в підйомних кошиках (дод. рис. 8).

Для транспортування плодів, затарених у контейнери, використовують причіпи-контейнеровози ПК-4, ППК-0,5, КСП-0,5, 2ПТС-4 або мобільні контейнери на колесах місткістю 2,5 т. За збирання в ящики травмованість плодів на 3–5 % є нижчою. Для профілактики захворювань під час вегетації за кілька днів до збирання сад обприскують 1 %-м розчином куприколу.

Найдовше зберігаються плоди, які зразу після збирання закладають у холодильники.

За збирання без сортування плоди потім сортують на різних лініях. Для висипання плодів з тари використовують два типи випорожнювачів: ротаційний і механічний. На лініях для доробки плодів їх калібрують, сортують за один пропуск або окремо проводять калібрування й сортування середніх і великих плодів. Найефективнішим є змішаний спосіб товарної обробки, за якого спочатку виділяють 4–5 груп плодів різних розмірів 1-го сорту, а потім розфасовують плоди 2-го сорту.

Майже серед усіх помологічних сортів найкраще зберігаються плоди середніх розмірів. Плоди яблуні та груші вищого сорту вкладають у промаслений папір, виготовляючи з нього заздалегідь серветки таких



---

---

розмірів: 17×17, 23×23 та 30×30 см. Найкраще зберігати плоди в дерев'яних (без щілин) або пластмасових ящиках. Вкладають плоди в ящики прямими рядами, шаховим чи діагональним способом. За укладання прямими рядами місткість тари використовується найгірше – потрібно багато пакувального матеріалу. На дно й під кришку кладуть шар стружки, з боків – пакувальний папір, яким плоди накривають зверху. Оформляють тару відповідно до сорту: вищий – етикетка з голубою стрічкою, перший – з червоною, другий – з зеленою, третій – з жовтою.

### **7.5.3. Властивості плодів і садовини як об'єктів зберігання**

Високий вміст у фруктах води та легкозасвоюваних розчинних у клітинному соці сполук, що мають велику харчову та біологічну цінність, роблять їх добрим субстратом для інтенсивного розвитку мікрофлори за пошкодження з появою крапель клітинного соку. Цьому сприяють: 1) легка травмованість більшості плодів з дуже тоненькою шкірочкою та малою кількістю воскового шару; 2) малий їх розмір і велика загальна поверхня випаровування.

**Біологічною основою лежкості плодів** є використання стану післязбирального дозрівання. Найдовше зберігаються плоди пізніх сортів, сформовані за оптимальних умов вирощування, стійкі проти хвороб, без травм. Усі плоди – ягоди, виноград, яблука – це органи, які завершують онтогенетичний розвиток рослин з більш чи менш сформованими репродуктивними органами – насінням. Якщо насіння незріле, то воно для свого розвитку має зв'язок з оплоднем – м'якушем. Між ними до повного дозрівання насіння відбувається взаємообмін пластичними та фізіологічними речовинами: у незрілому м'якуші нерозчинні речовини перетворюються на розчинні та надходять в ендосперм насінини, внаслідок чого відбувається дозрівання насіння всередині плода. Одночасно оплодень набуває характерного для сорту забарвлення. Після дозрівання насіння оплодень швидко старіє, оскільки він вже для рослини (насінини) непотрібний. Тому в момент настання фізіологічної (споживчої) стиглості плоди потрібно відправляти в торговельну мережу.

**Інтенсивність дихання** свіжозібраних плодів, особливо пізніх сортів, протягом тривалого часу утримується на одному рівні, крім періоду адаптації їх до нових умов, коли вона підвищується. Коли насіння дозріло, тобто настала фізіологічна стиглість плодів, відбувається різке підвищення інтенсивності дихання. Це так званий *клімактеричний період*, після якого плоди старіють. В одних плодів він виражений більше (банани), в інших (яблука, груші) – менше. Настання клімактеричного періоду збігається з набуттям плодами найкращих споживчих властивостей. Під час підвищення інтенсивності дихання плодам не вистачає кисню і внутрішні тканини їх переходять на анаеробне дихання, в результаті чого зростає кількість вуглекислого газу та етилену, який змінює активність ферментів. У цей самий період у плодах підвищується вміст нуклеїнових кислот та білків, що

---

---

пов'язано з потребою в них дозріваючого насіння. Етиловий спирт – добрий розчинник, завдяки чому всі біохімічні процеси (інверсія сахарози, розкладання пектинових речовин) відбуваються швидко.

Наприкінці дозрівання за підвищеної температури у м'якуші плода міститься 10–14 % кисню та 8–10 % вуглекислого газу.

За високої температури зростає інтенсивність дихання плодів, а за температури вище 40 °С клітини стають нежиттєздатними. Підмерзання плодів призводить до зміни компонентного складу цукрів та білків, а за глибокого промерзання – до зміни цілісності клітин та загибелі плода. В переохолоджених плодах міститься більше переокислених ферментів, що викликає фізіологічні розлади в них та старіння.

В період зберігання у плодах знижується вміст крохмалю, збільшується вміст моноцукрів, протопектин перетворюється на розчинний пектин, внаслідок чого м'якуш плода стає менш твердим, а за перезрівання клітини відокремлюються і плоди стають борошністими.

Органічні кислоти разом з цукрами беруть участь в усіх окислювальних процесах, тому в клімактеричний період вміст їх дуже низький. Лише зберігання за низьких температур та в РГС витрати органічних кислот знижуються. У процесі дозрівання плодів збільшується товщина шару восків кутикули, змінюється їх склад: кількість твердих восків зменшується, а м'яких – збільшується. Порушення в утворенні воскових мембран на кутикулі є однією з причин побуріння шкірки (загару) та некротичних плям. Тільки дотримання режиму зберігання гальмує ці фізіологічні розлади у плодів.

Плоди, особливо дрібні, можуть *в'янути*, оскільки водоутримувальна здатність їх дуже низька. Тому достатні вологість повітря і температура – обов'язкові підконтрольні параметри.

Застосовують кілька режимів зберігання плодів: за знижених температур у звичайних атмосферних умовах, у холодильнику з регульованим газовим середовищем (РГС) та в холодильнику в поєднанні з модифікованим газовим середовищем (МГС).

Яблука потрібно зберігати в холодильних камерах за сортами та з однаковим ступенем дозрівання. Запізнення із закладанням плодів після настання технічної стиглості на одну добу зменшує тривалість зберігання на 10–15 діб.

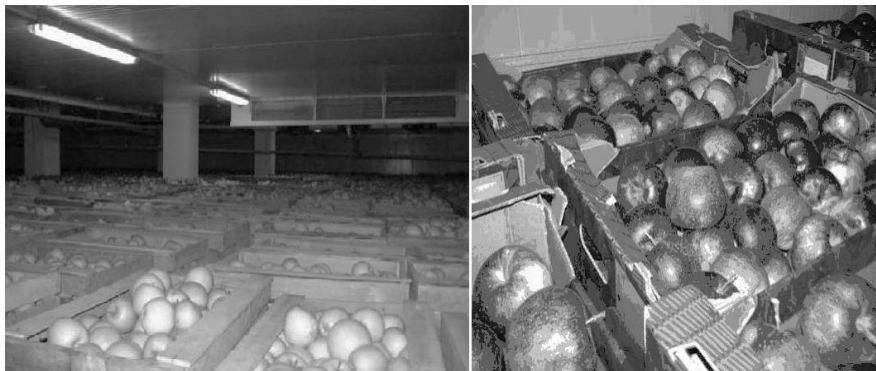


Рис. 36. Зберігання яблук

---

---

Протягом усього часу зберігання *відносна вологість повітря* повинна бути 85–90 %. Вона впливає на тургор плодів, загальний рівень фізіологічних процесів, стійкість проти хвороб, а в деяких сортів на ароматичність, формування смаку та появу гіркоти. Інтенсивність випаровування вологи залежить від особливостей сорту (товщини кутикулярного шару та воску) та швидкості струменю повітря. Під час втрати 7–8 % вологи незворотно погіршуються товарні й смакові якості плодів.

Висока відносна вологість повітря за низьких температур зберігання під час зниження (коливання) температури до точки роси може викликати відпотівання плодів. Тоді потрібно проводити вентиляцію продукції, щоб видалити конденсовану вологу. На плоди з товстою шкіркою й цитрусові зниження відносної вологості повітря не впливає. За дуже високої вологості повітря в деяких плодів лопається шкірка і вони швидко загнивають.

Перевищення оптимальних температур на всіх етапах післязбиральної доробки та зберігання веде до скорочення тривалості періоду зберігання, бо плоди дозрівають швидше. Пізно зібрані плоди потрібно зберігати за більш низьких температур. Недозрілі ж плоди за низьких температур зберігання втрачають здатність до дозрівання і швидко в'януть, тому їх потрібно зберігати за дещо вищих температур.

*Колівання температури* в межах визначеного режиму допускається не більш ніж на 0,5 °С. За більшого коливання плоди перезрівають і пошкоджуються грибними хворобами. Температурний режим залежить також від умов вирощування: плоди, вирощені на півдні, зберігають за температури, на 1–2 °С вищій, ніж вирощені на Поліссі чи в північному Лісостепу.

Не пізніше як через добу після збирання плоди потрібно ввести в основний режим. Якщо відстань до холодильника значна, плоди попередньо охолоджують у день збирання за температури 3–4 °С. У польових умовах їх охолоджують за допомогою пересувних холодильних машин, змонтованих на автопричепі разом з гумово-тканинним пневмосховищем типу “Вимпел”. Плоди охолоджують протягом 8–24 год циркулюючим повітрям (30–40 об’ємів/год). Після охолодження їх можна транспортувати, оскільки вони мають низьку інтенсивність дихання і надалі добре зберігаються.

Для плодів, які добре витримують температуру 0 °С і нижче, газове середовище не змінюють. Якщо для зберігання сортів яблук чи груш, особливо вирощених на півдні, потрібні підвищені температури (3–4 °С), то для зниження інтенсивності дихання плодів та розвитку мікрофлори створюють газове середовище з мінімальною кількістю кисню і максимальною – вуглекислого газу, що забезпечує подовження тривалості зберігання, тобто настання фізіологічної стиглості подовжується. Оскільки цей режим зберігання вимагає значних матеріальних та енергетичних затрат, його застосовують лише для плодів вищого та першого товарних сортів.

Режим РГС потрібно застосовувати лише для тих сортів яблук, для яких розроблені рекомендації щодо зберігання в газовому середовищі. Для більшості сортів яблук співвідношення вуглекислого газу і кисню становить приблизно 5 : 3. Деякі сорти, наприклад, Розмарин білий, Кандиль синап,

---

---

зберігаються добре, коли вміст CO<sub>2</sub> не перевищує 1 %. Яблука для зберігання в РГС потрібно збирати відразу після настання технічної (знімальної) стиглості. В камери з РГС їх завантажують за 1–2 доби. Контейнери чи ящики ставлять суцільним штабелем (без проходів). Проти оглядового вікна розміщують контрольні зразки у відкритих ящиках. Яблука зимових сортів зберігають до червня – липня.

Для зберігання яблук використовують також *модифіковане газове середовище (МГС)*. Найстійкішими до МГС є такі сорти: Ренет Симиренка, Сари синап, Пепін шафранний, Ренет шампанський. Їх зберігають у невеликих пакетах (1–5 кг) або обгортають плівкою ящики чи вкладають всередину ящиків мішки з плівки місткістю 20–30 кг або використовують контейнери місткістю 200–300 кг. Плоди у плівці розміщують у холодильниках та зберігають у рекомендованих режимах. У таких місткостях вологість повітря завжди висока, що забезпечує добрий тургор плодів. Однак навіть невелике зниження температури призводить до утворення в них конденсованої вологи. Тому перед затарюванням у плівку плоди охолоджують. Товщина плівки 30–40 мкм. Найбільший ефект МГС дає, коли застосовують великі поліетиленові накидки на 12–16 т плодів, затарених у контейнери і складених у висоту 3–4 контейнери. Краї таких накидок унизу присипають піском. У процесі зберігання стежать за вмістом газів і за потреби вміщують силіконові вставки, якщо концентрація вуглекислого газу підвищилася. Для зберігання плодів використовують також контейнери з плівки з газообмінним вікном, розміри якого 3,7×1,3×1,2, місткість – 600–900 кг.

Добрий результат отримують, коли призначені для зберігання плоди яблук *обробляють воском з фунгіцидами*. Помиті й обсушені плоди занурюють у воскову емульсію з температурою 30–35 °С. Цей спосіб особливо ефективний для плодів з тоненькою шкірочкою. Такого ж ефекту досягають, коли зберігають яблука, загорнуті у промашений вазеліном папір, який вбирає продукти виділення, завдяки чому знижується захворюваність плодів на загар.

*Груші* зимових сортів зберігають так само, як і яблука. Груші можна зберігати до 8 міс., застосовуючи відповідні для сорту температурний режим та газове середовище. Такі сорти груш, як Улюблена Клаппа, Лісова красуня, Бере Боск, Жозефіна Мехельнська, Кюре та деякі інші, можна зберігати за температури мінус 1 – мінус 2 °С, а решту сортів – за 0–1 °С. Перед реалізацією груші, як правило, витримують в умовах температур 18–20 °С, якщо реалізувати їх потрібно через 10–15 діб, чи за 14–15 °С, якщо строк реалізації понад 15 діб.

Відносна вологість повітря під час зберігання груш підтримується на рівні 90–95 %. Газове середовище для зберігання більшості сортів груш таке: вуглекислого газу – 2–3 %, кисню – 2–3 %, решта – азот. Плоди зерняткових для реалізації розфасовують на лінії ЛРФС-600 у поліетиленові сітки по 1–2 кг.

Плоди кісточкових та ягоди зберігають за температури 0 – мінус 2 °С та відносної вологості 90–95 %, Тривалість зберігання залежить від сорту: із

---

---

сортів слив добре зберігаються угорки звичайні, а також сорти Вікторія, Ренклюд Альтана та інші, з персиків – Нікітський, Кримчак. Сливи та персики в цих умовах можна зберігати 1–2 міс. Плоди знімальної стиглості з твердою консистенцією і добрими смаковими якостями вкладають у тару по 5–8 кг. Проте персики краще зберігати з прокладками картону, в якому є заглиблення, а сливи – в тарі місткістю 10–12 кг, застеленій папером. Крім того, сливи можна зберігати у невеликих (0,5–1 кг) відкритих поліетиленових пакетах. Коли застосовують РГС, тривалість зберігання подовжується до 3 міс.

Для слив, персиків та абрикос застосовують газове середовище такого складу: вуглекислого газу – 3–4 %, кисню – 3 %, решта – азот. Плоди вишні, черешні червоної зберігають у середовищі: кисню – до 10 %, вуглекислого газу 7–8 %, решта – азот. Смородину можна зберігати до 2 міс. в РГС, у якому вуглекислого газу – до 10 %, а решта – азот. Близько десяти днів можна зберігати суниці садові за температури 0–1 °С в середовищі, де кисню 3–5 %, вуглекислого газу 5–7 %, решта – азот. Ягоди, плоди вишні та черешні повинні бути затарені в кошики по 1–2 кг чи у відкриті поліетиленові пакети.

#### 7.5.4. Хвороби плодів під час зберігання

Хвороби, які уражують плоди під час зберігання, бувають грибкового, бактеріального та функціонального походження. *Грибкові хвороби* поділяють на дві групи: 1) уражують плоди ще в саду; 2) уражують плоди під час зберігання. До хвороб, які вражують плоди в саду, належать: парша, плодова гниль, загнивання сердечка, рожева плісень та сажистий грибок, або мухосід.

Плоди, пошкоджені *паршею*, на зберігання закладати не варто, оскільки вони дуже в'януть, а загальні втрати маси їх на 20 % більші, ніж непошкоджених плодів. В окремі роки за випадання дощів напередодні дозрівання або в період збирання може розвиватись так звана комірня форма парші: закладені на зберігання чисті плоди вже через місяць покриваються блискучими крапками парші.

*Плодова гниль* уражує всі сорти яблук і груш. Може заноситись не тільки з саду, а й з непродезінфікованою тарою, інвентарем, автомашинами із сховища.

*Загниванням сердечка* вражуються переважно сорти Кальвіль сніговий, Пармен зимовий золотий, Голден Делішес та Бойкен, особливо тоді, коли врожай вирощено за несприятливих умов. Після виявлення захворювання всю партію плодів потрібно негайно реалізувати.

*Рожева гнилизна сердечка*, або *рожева плісень*, виникає спочатку біля плодоніжки. Інтенсивно розвивається за витримання плодів в умовах високої температури після збирання.

*Гірка гнилизна* виникає незадовго до збирання плодів. За високої температури та високої відносної вологості повітря під час збирання, особливо коли плоди пошкоджені, вона швидко прогресує. Такі плоди відразу після сортування відправляють на переробку.

---

---

*Сажистий грибок*, або *мухосід*, виявляється у вигляді різного розміру та форми плям незадовго до збирання врожаю. Розвивається внаслідок слабкої освітленості крони. Плоди мають поганий товарний вигляд, тому на зберігання їх не закладають.

У разі порушення вимог до температури, відносної вологості повітря та вентиляції під час зберігання плоди вражуються *плісневими грибами*. Це сиза, оливкова, зелена та чорна плісені, які розрізняють за забарвленням конідієносців. Приблизно 85–90 % загальних втрат плодів становлять втрати від пошкодження плісенями, якими швидко вкриваються травмовані плоди.

Із *бактеріальних хвороб* за підвищеної температури зберігання масово з'являється сіра гниль, що призводить до розм'якшення тканини плода, його побуріння і втрати смакових якостей. Спори дуже швидко поширюються на здорові плоди.

Серед *функціональних захворювань* плодів зерняткових відомі загар, побуріння м'якоті, підшкірна плямистість, джонатанова плямистість, склоподібність плодів, або мокрий опік, побуріння сердечка, затвердіння плодів, в'янення, підмерзання.

*Загар* виникає у вигляді побуріння поверхні плода і пов'язаний з нагромадженням ацетальдегіду до токсичної межі та утворенням фарнезену (речовини коричневого забарвлення) і продуктів його окислення. Причини виникнення загару різні: збирання незрілих плодів, тривале витримування після збирання за підвищених температур, особливо в умовах поганої вентиляції. Виявляється ця хвороба також коли використані підвищені дози азотних добрив, надлишкові поливи. Найчастіше хворіють великі плоди. Проти загару плоди обгортають у промаслений папір, обробляють їх антиокислювачами (0,2 %-м розчином сантохінону або дифенілаланіну) та не допускають зниження відносної вологості повітря у сховищі менше 80 %.

*Побуріння м'якуша* – уражуються переважно яблука сортів Бойкен, Ренет Симиренка, Старкримсон за: 1) вирощування в умовах надлишкового забезпечення азотом; 2) пізніх строків збирання; 3) несприятливих факторів зберігання (концентрація вуглекислого газу вище 15 %; низька або висока температура зберігання). Тому яблука цих сортів потрібно зберігати за підвищеної температури, не допускаючи їх переохолодження. Побуріння починається від сердечка і поширюється на весь плід, внаслідок чого м'якуш стає бурим і гірким. Інколи виявляється через 9–10 днів після переміщення плодів з холодильника, перед реалізацією. У багатьох сортів яблук побуріння виникає після холодного та дощового літа, причому найчастіше на великих плодах.

*Підшкірна плямистість* (гірка ямчастість) виявляється через відмирання судинних пучків та утворення невеликих бурих плям у період перетворення крохмалю на цукор. Плями виникають переважно на незабарвлених частинах плода. У міру розвитку хвороби плями поглиблюються, набуваючи темно-бурого або темно-зеленого забарвлення. М'якоть стає нещільною, сухою і гіркою. Хвороба часто вражує плоди,

---

---

вирощені за надлишку в ґрунті азоту та нестачі кальцію, а також за високої температури та низької відносної вологості повітря під час зберігання.

*Джонатанова плямистість* виявляється у вигляді дрібних округлих чорних плям. У міру розвитку хвороби плями збільшуються, інколи зливаються, утворюючи синьо-чорні неправильної форми плями. Вони утворюються переважно на інтенсивно забарвленій частині плода, погіршуючи його товарні якості. Для запобігання хворобі плоди після збирання потрібно ставити в холодильну камеру.

*Водянистий розпад*, або низькотемпературний опік, починає уражувати плоди від плодоніжки й сердечка. Хвороба виявляється під час розрізування плода, оскільки поверхня його за зовнішнього огляду здорова. Виникає хвороба за температури 0 °С і нижче у плодів, оптимальна температура зберігання яких значно вища. На її розвиток впливають також умови вирощування, вік дерев, сорт. Схильними до цієї хвороби є Антонівка звичайна, Джонатан, Рубінове Дуки. Для профілактики хвороби застосовують раннє збирання плодів та негайне закладання на зберігання за певного температурного режиму.

*Пухлість плодів* починається із зміни забарвлення (втрачається блиск) та появи сухості шкірки, зміни властивостей м'якуша (стає пухким, борошністим, шкірка часто розривається внаслідок розвитку хвороби). Схильні до цієї хвороби сорти яблук Слава переможцям, Мекінтош, Кальвіль сніговий, Ренет Смиренка, Пепін шафранний, Ренет шампанський, особливо якщо плоди великі. На виникнення хвороби впливають також умови вирощування (надлишок азотного живлення, нестача калію та кальцію), строки збирання, витримування за підвищених температур.

Підмерзання плодів та в'янення – це результат порушення режиму зберігання. Навіть короткочасне зниження температури погіршує лежкість плодів.

### **7.5.5. Зберігання плодів винограду**

Ягоди винограду бувають насінні й безнасінні. Шкірка ягоди має зовнішній (кутикулу) і внутрішній шари, зверху покрита восковим нальотом. Залежно від сорту винограду шкірка становить 2–9 % маси ягоди. Плоди з товщою шкіркою менше травмуються і довше зберігаються. Білі й чорні ягоди винограду мають світлу м'якоть і безбарвний сік.

Смакову гаму ягід винограду створює цукрово-кислотний коефіцієнт. У недозрілому винограді містяться щавлева, мурашина та гліколева, у дозрілому – переважно винна, яблучна та щавлева (незначна кількість) кислоти.

Р-вітамінна цінність ягід і забарвлення зумовлюються вмістом у них фенольних речовин: флавонолів, катехинів, антоціанів (особливо багато їх у забарвлених сортах винограду), фолієвої кислоти. Вміст фенольних речовин 15–250 мг%.

---

---

Залежно від умов та місця вирощування в ягодах винограду нагромаджується певна кількість ефірних олій (терпенових вуглеводів, складних ефірів) та незначна кількість вітаміну С – від 0,4 до 8 мг%.

У складі мінеральних речовин винограду переважає калій (40–65 %), решта – залізо, марганець, фосфор, мідь – кровотворні елементи.

За господарським використанням сорти винограду поділяють на столові, винні та призначені для сушіння. Цей поділ є умовним, оскільки часто столові сорти винограду використовують і для сушіння, і у виноробстві. Більшість столових сортів мають високу цукристість (до 20 %), невисоку кислотність, приємний смак, низький вміст насіння, великі ягоди з міцною шкіркою, яка витримує транспортування (Хусайне, Чауш, Шабаш, Шасла біла та ін.). Найкраще зберігаються сорти пізньостиглого винограду – за температури від 0 до мінус 2 °С близько 5–7 міс. (Тайфі рожевий, Карабурну, Німранг, Кишмиш рожевий та ін.). На зберігання закладають лише цілі грона без травмованих ягід. Гриби, якими уражується виноград, розмножуються навіть за температури 0 °С. Тому його обов'язково обробляють 2–3 рази на місяць сірчистим ангідридом (3 г/м<sup>3</sup>). Нині почали зберігати виноград у ящиках із захисною прокладкою, обробленою діоксидом сірки. Для боротьби з хворобами винограду під час зберігання використовують ДБТХЕ (дибромтетрахлоретан) в концентрації 1:10, що має низьку леткість за температур зберігання і відносній вологості повітря 90–95 %.

Деякі сорти винограду з незабарвленими ягодами за пониженої температури буріють через 3–4 міс. зберігання. Погано зберігаються ягоди пізнього збирання, особливо в умовах дощової погоди. Призначений для зберігання виноград сортують і пакують відразу під час збирання. Виноград, який має великі грона, кладуть гроном догори, а малі грона – навпаки. Для зберігання використовують ящики місткістю 10–15 кг, вистелені папером, а для незабарвлених ягід – вистелені папером, що просочений 12 %-м розчином сорбату калію, що запобігає побурінню ягід.

У холодильниках виноград штабелюють (у висоту 3–4 ящики) на піддонах або решітчастих підставках (підлогах). За доброї міцності ящиків та можливості регулювати температурний режим і відносну вологість повітря можливе штабелювання ящиків до 20 шт. у висоту. Між штабелями залишають 0,5–0,7 м для контролю за зберіганням. Довше зберігається виноград (до 7 міс.) в РГС, в якому вуглекислого газу 3–5 %, кисню – 5 %, решта – азот, за температури 0–2 °С.

### 7.5.6. Зберігання плодів ягідних культур

Найкраще серед ягід (брусниці, агрусу, чорниці, обліпихи, журавлини, смородини) зберігається *журавлина* завдяки високому вмісту лимонної (2–3 %) та бензойної (0,02 %) кислот, які є консервантами. *Брусницю* й *чорницю* можна тривалий час зберігати в свіжому стані за температури 0–1 °С та відносної вологості повітря не менше 90 %. Журавлину зберігають також у замороженому стані, в бочках з водою.



---

---

*Атрус* має добрий смак, завдяки високому вмісту цукрів і кислот, та значну С-вітамінну цінність. Для зберігання придатні його сорти з великими плодами, зібраними у технічній стиглості. Завдяки товстій шкірці добре транспортуються і непогано зберігаються в дрібній поліетиленовій (відкритій) упаковці та невеликих кошиках за температури 0–2 °С протягом 1–2 міс.

Найціннішими серед плодів ягідних культур є плоди *смородини*, як за С-, так і за Р-вітамінною активністю. Вони містять до 8 % цукру, до 2,3 кислот, більше 1,5 % пектинових речовин, велику кількість вітаміну С, Р-вітамінних речовин (антоціани, катехіни, лейкоантоціани), багато ефірних олій, які відіграють позитивну роль під час зберігання. В атмосфері нормального середовища за температури мінус 2 – мінус 1 °С смородину можна зберігати до 1 міс. Смородина пізніх сортів, зібрана у технічній стиглості вручну в суху погоду та вміщена в РГС в день збирання (кисню до 5 %, вуглекислого газу до 5 %, відносна вологість повітря не менше 90 %, температура 0–1 °С) зберігається до 3 міс.

#### **7.5.7. Облік продукції, закладеної на зберігання**

Під час зберігання плодоовочевої продукції та картоплі відбуваються зміни їх якості та маси. Однак завдяки знанню властивостей об'єктів зберігання можна запобігти цим втратам. Наприклад, особливо у південних областях під час зберігання картоплі та коренеплодів спостерігається незначна втрата стану тургору, але якщо зберігається відсортована продукція, перешарована вологим піском, торфом чи ґрунтом, то вдається відновити тургор до попереднього стану.

Оптимальні режими зберігання бульб картоплі дають змогу зберегти їх високі продовольчі та посівні якості з невеликими втратами маси до кінця зберігання. Втрати маси на дихання залежать від режиму зберігання; якщо він регульований, то вони невеликі. Зберігання бульб картоплі в нерегульованому або частково регульованому режимі показує, що втрати можуть бути значними. Вони збільшуються, якщо на зберігання закладають неоднорідну картоплю (з видимими і невидимими пошкодженнями, різним ступенем дозрівання та ін.).

Тому на зберігання одночасно з кожною партією продукції закладають контрольні зразки для правильного обліку. Встановлено, що на втрати під час зберігання впливає також ботанічний сорт продукції. Наприклад, втрати під час зберігання різних за якістю бульб картоплі, коренеплодів столової моркви, буряків залежать від гранулометричного складу ґрунту. Близько 70 % втрат плодів і овочів під час зберігання припадає на втрати маси від зниження обводненості тканин (в'янення) і лише 30 % – на втрати за рахунок зниження вмісту сухих речовин. Отже, лише за рахунок регулювання температуро-вологісного режиму можна знизити ці втрати наполовину.

Для всіх видів продукції розроблено норми втрат під час транспортування, тимчасового і тривалого зберігання в різних сховищах. Цими нор-

---

---

мами користуються під час списання втрат маси конкретної партії продукції, але у якій не сталося значних змін якості наприкінці зберігання. У разі виявлення відхилень у якості продукції, аналіз її якості проводить комісія, яка визначає причини втрат якості та складає акт, де зазначає ці причини.

Продукцію без відхилень у якості зважують (за наявності контрольних сіток) і визначають загальні втрати маси за весь період зберігання. Якщо маса продукції змінювалася у процесі зберігання (реалізувалася помісячно), то втрати її маси розраховують щомісяця. Середньомісячну масу продукції обчислюють за даними на перше, одинадцяте та двадцять перше числа поточного місяця і на перше число наступного. Зокрема, на перше число поточного місяця беруть 0,5 залишку маси, додають до нього залишки на одинадцяте і двадцять перше числа та 0,5 залишку на перше число наступного місяця й одержану суму ділять на три. До обчисленої суми додають визначену втрату маси в контрольній сітці, якщо вона була в цій партії, або норми втрат для виду продукції залежно від виду сховища та кліматичної зони. Загальні втрати визначають як суму щомісячних втрат.

Для оцінювання якості партії продукції у різних місцях відбирають зразки. Потім середній зразок розбирають за фракціями, виділяючи під час розбирання здорові, злегка пошкоджені (технічний брак) та повністю пошкоджені (абсолютний брак) плоди.

*Абсолютним відходом* вважають повністю уражені фітопатологічними чи фізіологічними хворобами плоди або їх частини, а також ростки, відходи під час очищення головок капусти. Їх зважують і визначають відсоток відходів від маси середнього зразка. *Технічний брак* – це частково вражені фітопатологічними хворобами плоди, а також підморожені, пошкоджені шкідниками, дуже в'ялі. Після відповідної обробки їх використовують для переробки чи на корм худоби. Визначають технічний брак у відсотках до маси зразка. В акті зазначають результати аналізу частини партії продукції, якщо вона після зберігання мала різну якість. Результати аналізу враховують під час списання втрат.

Під час закладання на зберігання партії продукції з відхиленнями у якості обов'язково проводять товарне оцінювання їх із визначенням кількості продукції кожної фракції і кожного відхилення (оформляючи результати аналізу відповідними документами). Це слід робити з кожного ботанічного сорту та з кожного сховища за строками закладання продукції. Маса проби для аналізу має складатися з 300–400 бульб або коренеплодів чи 50–60 головок капусти.

Найкращі результати під час зберігання плодоовочевої продукції та картоплі будуть тоді, коли відповідальний за зберігання добре знає умови її вирощування та потенційного збереження. Інакше навіть під час дотримання всіх вимог режиму зберігання можливі відхилення, тому закладати контрольні проби продукції потрібно обов'язково.

---

---

### Запитання для самоконтролю

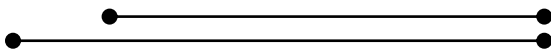
1. Від яких факторів вирощування залежить лежкість овочів?
2. Які є способи збирання столових коренеплодів?
3. Які лінії використовують для доробки столових коренеплодів?
4. Які вимоги до моркви і столових буряків як об'єктів зберігання?
5. За якого способу зберігання вентиляція не потрібна?
6. Які є способи зберігання столових коренеплодів?
7. Які є способи зберігання петрушки, пастернаку та інших?
8. Що спричинює захворювання коренеплодів під час зберігання?
9. Які фактори вирощування капусти впливають на лежкість її головок?
10. Які є способи збирання і післязбиральної обробки капусти різного цільового призначення?
11. Характеристика головок капусти як об'єкта зберігання.
12. Назвіть параметри режиму зберігання капусти.
13. Які є способи зберігання головок білоголової капусти?
14. Які причини виникнення хвороб капусти під час зберігання?
15. За яких умов вирощування формуються лежкі цибулини?
16. Які основні процеси технології збирання і післязбиральної доробки цибулі та часнику?
17. Охарактеризуйте цибулю і часник як об'єкти зберігання.
18. Які основні способи зберігання продовольчої, насінної цибулі та цибулі-сіянки?
19. Які є причини виникнення хвороб цибулевих під час зберігання?
20. Що є визначальним в зберіганні плодкових овочів?
21. Які є способи зберігання помідорів?
22. Які режими і способи зберігання кабачків, кавунів, гарбузів?
23. Як зберігаються перець і баклажани?
24. Охарактеризуйте зелені овочі як об'єкти зберігання.
25. Які фактори вирощування формують лежкість урожаю зерняткових?
26. Як впливає строк збирання на лежкість яблук та груш?
27. Які є способи збирання врожаю садовини?
28. Які процеси виконують сортувальні машини для товарної обробки яблук?
29. Які процеси відбуваються у плодах зерняткових під час зберігання?
30. Які процеси відбуваються під час зберігання яблук?
31. Чим пояснюється необхідність застосування РГС при зберіганні яблук?
32. Які є способи регулювання режиму зберігання яблук?
33. Як зберігати плоди кісточкових та ягідних культур?
34. Які причини виникнення фізіологічних та грибкових хвороб плодів?
35. Охарактеризуйте виноград як об'єкт зберігання.
36. Які режими і способи зберігання винограду?
37. Які режими і способи зберігання ягід?
38. Як визначити суму втрат при зберіганні плодоягідної сировини?

---

---

## РОЗДІЛ 8

# ОСНОВИ ПЕРЕРОБКИ ОВОЧІВ, ПЛОДІВ ТА ВИНОГРАДУ



Харчування людства завжди залежало від двох факторів: сезонності виробництва харчових продуктів та їх збереження. Більшість продуктів швидко псується, тому люди давно почали шукати способи їх зберігання більш тривалий час. Поширені з давніх-давен способи консервування – сушіння, виноробство, квашення – уповільнювали, але не припиняли псування продукції. Лише в XIX ст. з'явилися способи консервування в герметичній тарі, а наприкінці XIX ст. – холодильні машини.

У загальному обсязі урожаю садовини та городини продукція нележка становить близько 40 %. В Україні вирощують багато різних плодів, овочів, винограду, для яких тут сприятливі погодно-кліматичні умови, створена потужна переробна промисловість, що налічує близько тисячі великих і багато малих підприємств.

Переробка окремих видів овочів і фруктів має зональний характер: квашення капусти, переробка картоплі – на півночі України, сушіння плодоовочевої продукції – на півдні.

Мета переробки продукції овочівництва та плодівництва: 1) зберегти вирощені плоди й овочі; 2) забезпечити людей продуктами у міжсезоння; 3) мати прибуток від консервної промисловості; 4) підвищити ефективність плодоовочевого виробництва; 5) переробляти нестандартну продукцію, ту, що зібрана механізованим способом та непридатна для зберігання; 6) виробляти більше продукції з фруктів і ягід; 7) розширяти асортимент консервованої продукції з фруктів, овочів і картоплі; 8) переробляти продукцію, яку вирощують в індивідуальних, фермерських та інших господарствах.

Не вся вирощена продукція придатна для консервування через недотримання промислової технології вирощування та збирання, використання невідповідного ботанічного сорту. У більшості країн Європи переробляється понад 50 % вирощених овочів та понад 60 % фруктів. В Україні потрібно нарощувати виробництво високовітамінного консервованого продукту з овочів, зеленого горошку, перцю солодкого, високовітамінних консервів із смородини та суниць.

---

---

## 8.1. Особливості плодоовочевої сировини як об'єкта переробки

Якість консервованої продукції залежить від: 1) якості сировини (ботанічного і товарного сорту, ступеня стиглості, однорідності); 2) якості спецій та всіх складових рецептури; 3) якості підготовки сировини та всіх складових рецептури (миття, очищення, різання, подрібнення, теплова обробка та інші за технологічним процесом роботи); 4) наявності відповідного обладнання, тари та їх підготовки; 5) дотримання технології обробки, переробки, закупорювання; 6) режиму зберігання консервованої продукції.

Технологія попередньої обробки та переробки продукції має враховувати фізико-хімічні властивості об'єктів переробки та який кінцевий продукт хочуть отримати. Плоди, овочі, ягоди – це продукція вегетативного і репродуктивного походження. Плоди вегетативного походження (бульби, частини стебла тощо) мають тканини, до складу яких входять недорозвинені паренхімні клітини первинної меристеми, що не мають міжклітинних ходів, не містять повітря і нестійкі проти механічної дії.

*Покривні тканини* є ніжні (морква) і грубі. В останніх меристема просякнута суберином, жироподібною речовиною, наприклад у редьки та інших коренеплодів.

Дозрілі плоди та листові овочі мають добре розвинені клітини з вакуолями та міжклітинними ходами. Клітини плодів великі, майже округлої форми з тонкою пластичною оболонкою. Якщо у стінках клітин покривних тканин відкладається лігнін, то це викликає здерев'яніння тканин. У плодів зерняткових та кісточкових міцності покривній меристемі надає кутин, який одночасно підвищує стійкість плодів проти дії мікроорганізмів. Залежно від сорту, умов дозрівання та інших факторів покривна тканина також може бути тоншою чи товщою, міцною чи менш міцною. Важливою частиною клітини є *протоплазма*. У молодій клітині вона має вигляд гелю і заповнює всю клітину. Коли клітини мають більш виражений *стан тургору*, плід легше ріжеться і подрібнюється. У дозрілій клітині протоплазма розміщується попері оболонкою або у вигляді тяжів (ниток), пересікаючи клітину, тому стан тургору слабшає. Жива клітина є напівпроникною. Пропускаючи крізь себе воду, вона затримує розчинені в ній речовини, тому осмотичний тиск у клітині вищий, ніж у міжклітинниках, і становить 0,49 – 0,98 МПа. Отже, в живих клітинах протоплазма щільно притиснута до оболонок, тому в них постійно *підтримується тургор*. Останній порушується лише під час створення в міжклітинниках концентрованого розчину солі або цукру. У цьому разі клітина віддає воду, а сама переходить у стан плазмолізу. Цей стан може бути тимчасовим, а процес зворотним, якщо концентрація розчину, яким подіяли на тканину, невисока. Дія на тканину температури 50 – 60 °С також викликає явище плазмолізу, у цьому разі білки денатурують. *Явища тургору і плазмолізу є основою багатьох способів консервування*, і їх потрібно враховувати під час вибору режиму технологічного процесу.

*Тканини плодів бувають різними за міцністю*. Клітини з'єднуються між собою мембранами, що складаються з клітковини, пектинових речовин, солей кальцію і разом з клітинними оболонками є основою паренхімної тканини. З

---

---

урахуванням міцності покривних і паренхімної тканин та видів сировини розроблено конструкції мийних, різальних, подрібнювальних машин і певний набір машин для підготовки сировини та її переробки для виробництва консервованої продукції.

## 8.2. Класифікація способів переробки

Консервування – це різні способи зберігання продукції, яка швидко псується. Розрізняють *біохімічні* (мікробіологічні, ферментативні), *фізичні* та *хімічні* способи консервування.

*Мікробіологічний спосіб* (квашення капусти, соління помідорів та огірків, мочіння яблук, виноробство) ґрунтується на використанні консерванту, нагромадженого природним шляхом, тобто створенням сприятливих умов для життєдіяльності молочнокислих бактерій чи дріжджових грибів, які й нагромаджують консервант – молочну кислоту або спирт.

*Фізичний спосіб* – це консервування дією високих або низьких температур, високого осмотичного тиску. Так, основою одержання пастеризованих чи стерилізованих продуктів є різна стійкість мікрофлори до високих температур. За температури 60 °С більшість вегетативних форм мікроорганізмів гине протягом 1 – 10 хв. Термофільні бактерії зберігають життєздатність і за температури 80 °С. Кип'ятіння протягом кількох хвилин призводить до загибелі всіх видів мікроорганізмів. Стійкі спори (ботулінум) потребують 5 – 6-годинного кип'ятіння. Тому для загибелі таких мікроорганізмів потрібна температура 120 °С, якої досягають в автоклавах.

*Пастеризація* може бути низькотемпературною (не вище 85 °С) і високотемпературною (85 – 90 °С протягом 1 хв). Продукти, консервовані із застосуванням пастеризації, майже зберігають природні властивості, якщо вони герметично закупорені. Консервування заморожуванням – це доведення мікрофлори до недіяльного стану внаслідок перетворення вільної вологи в кристалічний стан.

*Консервування підвищенням осмотичного тиску* за допомогою цукру або кухонної солі викликає порушення обміну мікрофлори з середовищем: протоплазма мікробів зневоднюється, і вони гинуть. Так, 12 – 13 % розчин солі створює осмотичний тиск 5 – 7,4 Па, а 68 – 70 % розчин цукру – понад 20 мПа. Основні форми мікроорганізмів гинуть, однак для загибелі стафілококів та сальмонел потрібен більш високий осмотичний тиск, тому використовують 20 %-й розчин солі.

До фізичних способів консервування відносять також сушіння. Сушені консервовані продукти тривалий час зберігаються, бо в них немає вільної вологи, без якої неможлива життєдіяльність мікрофлори.

*Хімічний спосіб* консервування ґрунтується на властивостях мікрофлори розвиватися лише в певному кислотному середовищі. За зміни величини кислотності порушується дисперсність протоплазми мікробних клітин і їх життєдіяльність припиняється. Серед хімічних консервантів

---

---

найчастіше застосовують оцет і сірчистий ангідрид. Якщо для загибелі мікрофлори сірчистого ангідриду досить 0,02–0,2 %, то оцту для такої самої дії 3–6 %. Однак обидва консерванти в таких концентраціях для виготовлення консервів не застосовують, а використовують лише для консервування напівфабрикатів.

### **8.2.1. Мікробіологічні способи консервування**

Способи консервування (соління, квашення капусти, мочіння плодів) ґрунтуються на утворенні консерванту – молочної кислоти природним шляхом. Для успішного проходження процесу нагромадження кислоти створюються оптимальні умови для розвитку молочнокислих бактерій роду бактеріум кукуміс ферментаті, бактерій брассіка ферментаті: 1) наявність цукрів (4–5 %) та в невеликій кількості азотистих, мінеральних та інших речовин, що необхідні для нормального розвитку бактерій; 2) наявність осмотичного тиску для виходу з клітини поживних речовин разом з клітинним соком (створюється 1,5–4 % розчином кухонної солі); 3) створення анаеробних умов; 4) температура вище 15 °С.

Найкраще процес молочнокислого бродіння відбувається за температури 20–23 °С, а за вищої температури інтенсивно розвиваються маслянокислі бактерії та кишкова паличка. Молочнокисле бродіння може повільно відбуватися навіть за температури 4 – 6 °С, тоді як інші бактерії вже гинуть.

**Квашення капусти.** Одним із способів переробки, під час застосування якого готова продукція має добрий смак і зберігає високу С-вітамінну активність, є квашення. Квасять переважно капусту середніх і пізніх сортів, які мають високий вміст цукру (4 – 5 %), білі, не грубі листки (пошкоджені хворобами та підморожені головки непридатні). До моменту використання головки капусти бажано зберігати за температури  $\pm 1$  °С, оскільки за вищих температур вона швидко втрачає цукри.

Заквашують капусту в дерев'яних дошниках, бочках, контейнерах, скляних бутлях та бетонних чанах, покритих парафіном.

У сучасних умовах для будь-якої тари використовують *поліетиленові вкладки*.

Технологія квашення починається з процесів підготовки складових рецептури: капусти, моркви та ін. Капусту зачищають до щільно прилеглих білих листків і шаткують шаткувальною машиною на частинки завширшки 5 мм або січуть на шматочки розміром 12х12 мм.

Моркву додавають у капусту з розрахунку 3 – 5 %. Її попередньо миють, очищають і ріжуть на шматочки у вигляді кілець або стовпчиків. Яблука (до 8 %) в капусту можна класти різними або цілими, журавлину, брусницю, лавровий лист миють. Сіль (1,5 – 1,7 %) просівають крізь сита і магнітні вловлювачі. Кмин (0,5 кг/т капусти) змішують із сіллю.

*Технологія вкладання сировини.* Тару заповнюють порційно: капусту та інші складові рецептури перемішують, щільно вкладають і трамбують

---

---

гвинтовими пресами чи трамбовками. Нашинкованою капустою тару заповнюють вище країв на 0,5 м, нарощуючи борти із поліетиленового мішка. Накладають гніт (15 % від маси капусти) або створюють вакуум для видалення максимальної кількості кисню. Контейнери з вкладками також герметизують за допомогою вакууму. Потім у цих самих контейнерах квашена капуста надходить безпосередньо до місць реалізації.

Квасять капусту, як правило, 7–20 днів залежно від температури. Дуже швидке сквашування за високої температури (30 °С) призводить до переокисання капусти, а за температури близько 10 °С вона кваситься близько одного місяця і також втрачає якість.

*Контроль* за процесом бродіння полягає в регулярному видаленні піни та перевірці концентрації молочної кислоти. Після досягнення концентрації 0,7 % капусту розфасовують у дрібну тару і зберігають за температури 1–2 °С.

Під час зберігання квашеної капусти можливе її псування: розм'якшення; гниття й ослизнення (за високої температури ведення процесу); потемніння – за високої концентрації солі та доступу кисню або використання нових бочок; порожевіння та побуріння – за розвитку грибів роду *Торула*.

**Соління огірків.** Для соління придатні огірки, вирощені у відкритому ґрунті, з щільною м'якоттю, негрубою шкіркою, малою насінною камерою, правильної форми, високим вмістом цукру, темно-зеленим забарвленням. Перед солінням плоди калібрують: пікулі та корнішони використовують переважно для консервування, а на соління – зеленці двох розмірів: 11 – 12 та 14 см завдовжки. Пошкоджені механічно та вражені хворобами вибраковують. Переробку огірків здійснюють у день збирання, бо навіть нетривале їх зберігання пов'язане із втратами цукру.

Як зазначалося, для життєдіяльності всіх видів бактерій і грибів вирішальне значення має активна *реакція середовища*. Для молочнокислих бактерій оптимальною є рН = 3,6 – 3,9. Застосування 1 % закваски підвищує якість продукції. Для соління найкраще використовувати воду з твердістю 20–25 мг-екв/л. Якщо вода м'яка, до неї додають кристалічний кальцію хлорид.

Для соління використовують бочки місткістю 150–200 л. На 100-літрову бочку потрібно 53 кг огірків, 1,5 кг кропу, 150 г часнику, 50 г червоного перцю, по 250 г селери, петрушки, хрону. Підготовка прянощів полягає в їх інспектуванні, митті, подрібненні (кріп, листя естрагону та хрону ріжуть на шматочки не більше 8 см, часник очищають і подрібнюють або залишають зубки цілими).

Завчасно (за добу) готують 5–8 % концентрації розсіл залежно від розміру плодів. Сіль розчиняють, фільтрують і перевіряють концентрацію розчину ареометром (рефрактометром).

Огірки насипають у бочки (струшуючи їх) шарами, розміщуючи внизу, посередині та зверху бочки шар спецій. Розсіл наливають через шпунтовий отвір і залишають не закупореними доти, поки не почнеться бродіння і не нагромадиться 0,3–0,4 % молочної кислоти. Як правило, це триває 1 – 3 доби за температури 15–20 °С.



---

---

Для отримання 1 т солоних огірків потрібно 1042 кг свіжих, 30 кг кропу, 5 кг листя хрону, 4 кг часнику, 1,5 кг перцю гіркого, до 17 кг листків смородини, естрагону, селери та інших пряних рослин.

За дуже високої температури ( $> 25\text{ }^{\circ}\text{C}$ ) процес бродіння відбувається інтенсивно, консистенція тканин розм'якшується, у плодах утворюються порожнини, розсіл мутніє. Через 1–3 дні після початку бродіння бочки доливають розсолем, закупорюють і відправляють на зберігання за температури  $0\text{--}1\text{ }^{\circ}\text{C}$ . Огірки добре зберігати в льодовнях, під водою у ставках завглибшки не менше 2 м. *Через 2 міс. зберігання огірки готові до реалізації.* Готові солоні огірки повинні мати добру хрусткість, містити солі 2 %, молочної кислоти не більше 1,2 % (для першого сорту).

Деякі підприємства солять огірки в бродильних чанах. Увесь процес за такого соління механізований.

**Соління помідорів.** Відомо, що в солоних помідорах добре зберігається каротин, тому що у воді він не розчиняється. Вітамін С, як і інші водорозчинні вітаміни, майже наполовину переходить у розсіл, тому під час використання солоних плодів бажано вживати також розсіл. Для соління найкраще брати плоди помідорів невеликого розміру з щільною пружною м'якоттю, бурі та рожеві плоди за стиглістю з максимальним вмістом цукру солять у день збирання. Спочатку сортують, інспектують та видаляють пошкоджені плоди. Червоні й зелені помідори малоприсадатні для соління (перші розпливаються, другі мають грубу консистенцію). Насипати помідори в бочки, як огірки, не можна, їх потрібно вкладати. Бродіння (після заливання розсолу) починається (через наявність соланіну) пізніше, ніж в огірків. Використовують кріп свіжий або сушений, не здерев'янілі корені хрону, перець гіркий свіжий або сухий, всі інші спеції – свіжі, зелені, не запарені (листя смородини, дуба, петрушки, селери, майоран, чабер, базилік та ін.).

Помідори солять у бочках місткістю 50–100 л (для червоних – не більше 50 л) і скляних бутлях. *Краще бочки дубові, осикові, липові, чинарові.*

Для виготовлення маточного розсолу використовують чисту питну воду з вмістом заліза не більше 0,04–0,05 мг/л води. Беруть одну частину кухонної солі на п'ять частин води. Розчин фільтрують, а потім доводять до потрібної концентрації.

Помідори сортують за ступенем стиглості й кожен групу стиглості солять окремо, попередньо помивши. Спеції миють і ріжуть. Корені хрону нарізають локшиною або кільцями. У часнику обрізують денце, миють та подрібнюють його.

У підготовлені бочки пошаровокладають прянощі й помідори, причому прянощі – трьома частинами. Помідори щільнокладають, струшуючи бочку під час вкладання. Верхній шар прянощів укладають так, щоб укупорювальне дно міцно натискало на них. Наповнені бочки зразу заливають розсолем.

Для соління помідорів, що зберігатимуться не в льодовнях, використовують розчин кухонної солі: для великих – 9 %, а для дрібних –

---

---

8 %. Якщо зберігатимуть за температури 0–1 °С, то концентрацію розсолу на 1 % зменшують.

Заповнену тару залишають для ферментації в неохолоджених складах на 24 – 48 год. За цей час у розсолі нагромаджується 0,3–0,4 % молочної кислоти. Потім бочки доливають розсолом і закупорюють, забиваючи шпунтовий отвір дерев'яною пробкою. Процес ферментації триває в охолоджених складах 60 днів, неохолоджених – 30, після чого солоні помідори готові до використання. Оптимальна температура зберігання близько 0 °С. Під час соління помідори втрачають 6 % маси.

**Соління та мочіння кавунів.** Відбирають невеликі (діаметром до 15 см) тонкошкірі кавуни, які перешаровують м'якоттю дозрілих кавунів.

**Особливості консервування плодів кавуна.** Для мочіння використовують 2 – 4 %-й розчин солі, а для соління 8 – 12 %-й. Не слід допускати бурхливого бродіння; процес ферментації має відбуватися за низьких температур. Часто замість води використовують м'якоть кавуна. На 100 кг кавунів потрібно 50 кг м'якоти.

**Соління динь.** Відбирають плоди діаметром 15 см з щільною м'якоттю. Миють, ріжуть надвоє, видаляють насінне гніздо, вкладають у бочки і заливають 5 %-м розчином солі. Бродіння триває одну добу. Бочки перевіряють на щільність, підтягують обручі, доливають розсіл і ставлять на доброджування. В готових солоних динях вміст молочної кислоти 0,6 – 1,2 %, солі – 3 %, розсіл прозорий. Недозрілі дині солять у власному соку і зберігають за температури +2 – +5 °С.

**Перець, баклажани, моркву, буряки, цибулю** солять із спеціями, заливаючи 4–6 % розсолом. Інколи солять суміші капусти, моркви, перцю та інших овочів.

Баклажани солять пізніх сортів із щільною тканиною та фіолетовим забарвленням. Їх сортують за ступенем стиглості та за розмірами і бланшують у 3 % розчині солі (масою до 200 г – 5 хв, понад 200 г – 10 хв), охолоджують, щільно вкладають у бочки, пересипаючи кожен ряд дрібною сіллю з розрахунку 10 кг/ т. Через кожні три ряди кладуть спеції (селеру, петрушку, часник, перець стручковий гіркий). Бочки закупорюють, заливають 4–5 % розчином солі через шпунтовий отвір. Початкова ферментація триває 5–6 днів, потім доливають ще розчину, закривають шпунтовий отвір і ставлять бочки у підвал для продовження ферментації. Солоні баклажани взимку є добрими напівфабрикатами для виготовлення ікри. На 1 т солоних баклажанів потрібно 1350 кг свіжих, 40 – солі, 60 – селери, 36 – петрушки, 3,5 – часнику, 36 кг перцю (свіжого) гіркого та солодкого.

**Мочіння яблук** – спосіб зберігання нележких сортів яблук, які набувають виннокислого смаку та аромату внаслідок спиртового та молочнокислого бродіння. Мають освіжаючу дію внаслідок вмісту вуглекислого газу, їх вживають у холодному вигляді. Кращими сортами яблук для мочіння є Антонівка звичайна, Пепінка литовська та Пепін шафранний та інші з ніжною, але щільною мякоттю. Плоди беруть дозрілі без пошкоджень.

---

---

Для мочіння яблук використовують бочки місткістю 50–150 кг, на дно яких кладуть 1–2 см попередньо промитої й прошпареної житньої чи пшеничної соломи, яка запобігає деформації готової продукції та надає їй смаку, аромату й кольору. Якщо яблука малоароматні, то додують прянощі: естрагон, селеру, листя смородини (0,5–1 %). Склад заливки для яблук такий: цукру – 1–4 %, кухонної солі – 1 % або солоду 1%, цукру – 4 %. Замість солоду можна взяти півтори норми житнього борошна грубого помелу (борошно розмішують у холодній воді, потім заварюють окропом і вливають у заливку), а замість цукру – мед. У заливку рекомендують добавляти порошок гірчиці (150 – 200 г на 100 л).

Яблука вкладають, перешаровуючи соломою. Бочки доверху заповнюють заливкою і залишають на бродильному майданчику на 3 – 6 діб за температури 18–20 °С до початку бродіння – появи піни (при цьому в заливці вже утворилося 0,4 % молочної кислоти). Потім доливають бочки заливкою, забивають у них шпунтові отвори і відправляють на зберігання. У мочених яблуках містяться до 2 % спирту, 1–1,5 молочної кислоти, 0,5–1 % солі, вуглекислий газ. Реалізують мочені яблука з бочок.

За такою технологією мочать грушки-дички. Брусницю заливають холодною водою, в якій 5 % цукру (чи просто водою), однак бродіння не відбувається через вміст у ягодах бензойної кислоти.

**Соління грибів.** Як правило, солять вовнянки, чорнушки, валуї, але найкраще солити рижики та грузді. Гриби солять у день збирання, бракують червиві та пошкоджені, обрізають ніжки, миють. Найкращі – молоді з невеликою шапкою. Способів соління грибів є два: холодний і гарячий. За холодного способу: після миття гриби вимочують у холодній воді, змінюючи її тричі на добу. В теплій воді вимочування триває одну добу (за довшого вимочування теплою водою гриби можуть закиснути і стати причиною отруєння). Особливостями гарячого способу соління є: замість вимочування гриби відварюють, одночасно бланшуючи їх протягом 5 – 30 хв, потім викладають на решета й охолоджують.

Під час соління холодним способом вимочені гриби вкладають у бочки пошарово (5–8 см), посипають сухою кухонною сіллю в кількості 4,5–5 % до маси продукції і перекладають прянощами – кропом, листям смородини, естрагону та чорним перцем-горошком, часником, лавровим листом, а також обов'язково кладуть на 100 кг грибів 20 г лаврового листя та 40 г запашного перцю-горошку. Верхній шар посипають сіллю і накривають підгнітним кругом. Рижики готові до вживання через 15 днів, грузді – через 30, інші – через 1–2 міс. Зберігають солоні гриби за температури 0–8 °С: за нижчої вони промерзають, за вищої – закупають.

Ферментативні способи консервування грибів дають позитивні наслідки лише за дотримання певних умов. Зокрема, за порушення анаеробних умов руйнуються пектинові речовини, внаслідок чого тканина розм'якшується.

Для підвищення ступеня механізації процесу квашення та соління слід застосовувати нові технології, які передбачають використання контейнерів відповідного розміру. Оптимальна висота контейнерів для соління, см:

---

---

огірків – 130, помідорів – 90, перцю – 70, кавунів – 100, баклажанів – 80, моркви та буряків – 180, цибулі й часнику – 140, яблук – 90, кабачків та патисонів – 110. Останнім часом з цією метою використовують контейнери ЕС-200, в яких забезпечуються необхідні умови для одержання якісних продуктів соління.

М. П. Орлов установив для овочів оптимальну температуру ферментації: огірків, кабачків – 20–25°C; цибулі, часнику – 25–30°C; перцю, баклажанів – 15–20°C; кавунів – 10–15°C; моркви – 20–25°C; буряків – 30–40°C; помідорів – 8–18°C; капусти – 16–20°C; яблук – 1–10°C. За нижчих температур затримується розвиток молочнокислих бактерій, а за вищих – активується розвиток дріжджів, масляно- та оцтовокислих бактерій.

Висококонцентровані розсоли негативно впливають на смак ферментованих овочів, збільшують втрату їх маси, затримують розвиток молочнокислих бактерій, нейтралізують кислоти, викликають розвиток грибів. Останні дослідження дали змогу виявити оптимальні концентрації розсолу: для огірків 6 – 7%; помідорів, баклажанів – 7%; кавунів, перцю – 5%; моркви – 4%; буряків – 2%; капусти 1,2–1,5%. Важливе значення має сорт овочів. Для соління та квашення можна рекомендувати такі сорти: капусти – Амагер 611, Білосніжка; моркви – Нантська харківська, Вітамінна 6; перцю – Ротунда, Новогогошари, Консервний круглий, Ювілейний 307, Восток; буряків – Бордо 23; кабачків – Грибівські; огірків – Ніжинський 12, Молдавський 12, Харківський (огірки сортів Конкурент, Кущовий, Космос, Сигнал 235 придатні для ферментації та зберігання протягом 4 міс.).

Для поліпшення смакових якостей солоних овочів використовувати прянощі обов'язково потрібно подрібнювати або робити з них екстракт.

### **8.2.2. Фізичні способи консервування**

**Консервування тепловою стерилізацією.** Основний спосіб консервування плодоовочевої продукції – теплова стерилізація. У результаті стерилізації знищується мікрофлора, припиняються біохімічні процеси, а герметичне закупорювання забезпечує збереження продукту. Однак під час теплової стерилізації продукту відбуваються коагуляція протоплазми та реакції між компонентами клітинного соку: змінюються колір, смак, аромат; окислюється аскорбінова кислота; дисахариди перетворюються на моносахариди; відбувається гідроліз протопектину, внаслідок чого розм'якшуються тканини, окислюються поліфенольні речовини. Застосування сучасних технологій дає змогу звести до мінімуму втрати вітамінів С та Р під час стерилізації.

На якість стерилізації впливають насамперед такі фактори: 1) зрілість сировини; 2) дотримання режиму консервування та зберігання готової продукції; 3) кислотність продукту (що вона вища, то температура стерилізації нижча); 4) тривалість стерилізації (залежить від консистенції продукту – пореподібні продукти чи цілі плоди прогриваються повільніше); 5) місткість тари. Підвищувати, а потім знижувати температуру продукції під час стерилізації потрібно поступово за обов'язкового підтримання протитиску. Нині вико-

---

---

ристовують прилади автоматичного регулювання температури й тиску під час стерилізації. Після стерилізації продукцію вивантажують для інспектування, а потім відправляють на зберігання, наклеюють на банки етикетки.

Технологія виробництва консервів способом теплової стерилізації вимагає ретельної обробки сировини (вибору сорту, плодів необхідної зрілості, калібрування, сортування, миття, а якщо потрібно – різання, очищення, бланшування, підготовки тари та додержання вимог до проведення кожної операції).

**Консервовані огірки** готують кількох товарних сортів залежно від виду сировини: з пікулів, корнішонів – вищого сорту, із зеленців – першого товарного сорту. Після сортування й калібрування огірки замочують у холодній проточній воді протягом 15–30 хв або бланшують водою (температура 50 – 60 °С) 3–5 хв і переносять у холодну воду. *Вкладають у банки, рівномірно пересипаючи прянощами* (всього 2,5–3 %, зокрема 1 % кропу, 0,25 петрушки, 0,6 селери, 0,6 листків хрону, 0,25 часнику, 0,07 перцю гіркокого, 0,04 перцю чорного, 0,02 % лаврових листків). Заливка містить 5–6 % кухонної солі й 1 % оцту, температура розсолу – не нижча 70°С. Банки місткістю 3 л стерилізують 20 хв за температури 90 °С та протитиску 150–180 кПа, місткістю 1 л – упродовж 8 хв за такого ж протитиску й температури 100 °С.

**Консервовані помідори** – це цілі плоди, залиті непровареною протертою томатною масою або томатним соком, з добавленою зеленню чи без неї, з оцтовою чи лимонною кислотою, з сіллю або розчином солі. Використовують свіжі, дозрілі, з рівномірним червоним забарвленням, сливоподібні чи округлі плоди без плодоніжок, з м'якотою пружною м'якоттю. Сливоподібні плоди беруть завдовжки 35–70 мм, діаметром 25–40, округлі – діаметром 30–60 мм. До помідорів додають зелень прямих рослин – свіжі молоді листки або стебла (петрушки, кропу, селери, хрону), зубки часнику, кухонну сіль, кристалічний кальцію хлорид.

Помідори, *звільнені від шкірки*, готують, *використовуючи гарячу пару* (10–20 с) з наступним швидким охолодженням холодною водою та зніманням шкірки вручну. За використання паровакуумного способу очищення помідорів їх обробляють 15 с під тиском 150 кПа з наступним миттєвим зменшенням тиску пари до 93 кПа. Потім шкірку видаляють на струшувальній машині струменем води, яка подається під тиском 250 кПа. Доочищають плоди вручну. Зелень миють і ріжуть. Часник розділяють на зубки, обрізають денце і шийку, промивають водою, подрібнюють. Сіль просіюють і очищають від металодомішок за допомогою магнітів.

Для приготування протертої маси помідори після миття, інспектування та споліскування подрібнюють на дробарках-насінневідокремлювачах. Після відокремлення насіння подрібнену масу підігрівають до 75–80 °С в теплообмінниках і протирають на протиральних машинах крізь сита з отворами діаметром 1,5, 0,7 та 0,4 мм або на здвоєних ситах.

Після наповнення банок плодами і гарячою заливкою банки уку-порюють, стерилізують. Стерилізацією консервують також усі тоματοпродукти – сік, соуси, пюре, пасту тощо, які становлять близько 30 % загального

---

---

виробництва плодоовочевих консервів. Оскільки помідори швидко псуються, свіжозібрані плоди необхідно переробляти не пізніше як через 48 год.

Томатний сік одержують не пресуванням, а екстрагуванням. Використовують повністю дозрілі, здорові плоди консервного призначення. Миють у проточній питній воді, попередньо замочивши на 2–5 хв. Інспектування проводять на добре освітленому стрічковому конвеєрі, розміщуючи помідори в один шар. Видаляють гнилі, недозрілі й пошкоджені хворобами плоди. Після подрібнення, видалення насіння масу нагрівають до 75–80 °С і протирають на здвоєних або строєних ситах. Сік підігрівають до 95–100 °С, розливають у банки і закупорюють.

Для поліпшення якості соку томатну масу гомогенізують під тиском 7,8–9,8 МПа, деаерують під час розрідження 66,6–86,6 кПа. Після деаератора сік нагрівають до 90 °С в теплообмінниках, фасують, закупорюють. Стерилізують банки місткістю 1 л за схемою 20–30–25 за температури 90 °С й протитиску 245 кПа. Початкова температура води в автоклаві має бути вищою за температуру банки з соком. Охолодження закінчують за температури води в автоклаві 35–40 °С.

Стандартом регламентуються органолептичні (однорідна рідина червоного кольору з тонкоподрібненими частинками, приємна на смак і запах) та фізико-хімічні показники: вміст сухих речовин – не менше 4,5 %, кухонної солі – 0,6–1 %, солей важких металів в 1 л соку: не більше 200 мг олова та 5 мг міді.

**Виготовлення компотів.** Фруктові і ягідні компоти містять вітамін С та Р-вітамінні речовини, особливо якщо сировина відповідає вимогам до сортів та строків збирання.

Плоди відбирають з малою кількістю насіння та невеликою кісточкою, добре забарвлені. Кісточкові плоди краще брати з твердою консистенцією, щоб не розварювалися, зібрані за один–два дні до настання технічної стиглості.

**Вимоги до сировини.** Готова продукція (компоти) має містити однорідні за розмірами, забарвленням, стиглістю плоди. Плоди зерняткових використовують цілими, з невеликою насінною камерою або шматочками, а кісточкових – цілими чи половинками (особливо для асорті). Груші мають бути без кам'янистих включень, з ніжною м'якоттю, добрим ароматом; яблука – пізньостиглих сортів з щільною м'якоттю; персики – з гладенькою поверхнею; чорниця – дозрілою; суниця – пізніх сортів, добре дозрілі; плоди смородини – недозрілі (початок набуття чорного забарвлення), тому що в цей час вони мають найбільшу С- та Р-вітамінність.

Для приготування *цукрового сиропу* просіюють цукор-пісок. Нагрівають воду до кипіння (воду використовують лише питну) і засипають у неї цукор, помішуючи для кращого його розчинення. Сироп освітлюють харчовим альбуміном (4 г альбуміну або білок чотирьох яєць на 100 л сиропу), спочатку його розчинюють у холодній воді, а потім вливають у гарячий сироп. Білок, що коагулює, адсорбує дрібні домішки. Потім сироп фільтрують крізь щільну тканину. Під час використання некислих продуктів

---

---

до них додають лимонну або виннокам'яну кислоти, щоб кислотність готового продукту була в межах 0,2–0,3 %.

*Концентрацію цукрового сиропу* визначають, враховуючи кислотність та цукристість плодів. Приємний кисло-солодкий смак продукт має за співвідношення цукру й кислоти 14 : 15.

Підготовлені *плоди фасують у дрібні банки за допомогою механізмів*, а у великі – вручну. Підготовлені для закладання плоди розміщують у місткості з сітчастим дном для стікання води. Концентрація сиропу для слив, дрібних абрикос, винограду – 30 %; яблук, груш, черешень – 35 %; айви, сливи-ренклод, мандаринів, персиків, абрикосів – 40 %; малини – 55 %; суниць – 50 %; вишні, смородини 30–40 %. Сироп перед наповненням підігривають до температури 45–80 °С (для винограду – 40, вишень, черешень, слив – 60 °С), для решти плодів – 70–80 °С. Банки закупорюють і стерилізують за температури 100 °С або пастеризують за 85–90 °С. *Тривалість стерилізації* залежить від виду продукції, місткості тари, розміру плодів. Тому у формулі стерилізації цифру власне стерилізації дають подвійною. Наприклад, для півлітрових банок формула стерилізації сливових компотів така:

$$T_{\text{ст}} = \frac{25 - 10 - 15 - 25}{100} 118 \text{кПа.}$$

Стандартами регулюються вміст у компотах твердої частини та заливки, зовнішній вигляд, смак, консистенція, аромат плодів, якість сиропу.

**Виготовлення соків.** Фруктово-ягідні та овочеві соки – поширений продукт харчування, особливо для дієтичного та дитячого. Вони добре засвоюються організмом і сприяють засвоєнню жирів, білків, вуглеводів. Бувають соки освітлені (лише клітинний сік вакуолей), неосвітлені (містять дрібні компоненти клітинної структури) та з м'якоттю. Щоб вихід соків був максимальним, використовують плоди з певним ступенем стиглості (вони не повинні бути ні недозрілими, ні перезрілими). В останні роки для підвищення виходу соку деякі плоди заморожують або обробляють електрострумом. Плоди смородини прошпарюють і заливають гарячою водою.

Основна вимога до якості соків – їх натуральність, вміст певної кількості сухих розчинних речовин. Крім натуральних, виготовляють також соки купажовані (змішані), з цукром, цукровим сиропом, концентровані (для виготовлення різних напоїв).

До сировини для виробництва соків ставляться вимоги до показника вмісту сухих розчинних речовин, не менше: малини, суниць, чорної смородини, чорниці – 7 %; терену, ожини, брусниці – 8 %; яблук – 9,5 %; слив, смородини – 10 %; вишні – 11 %; аличі, агрусу – 12 %; винограду – 15 %. За меншого або більшого вмісту в сировині сухих розчинних речовин встановлюється відповідна знижка або надбавка на масу.

В усіх видах сировини *не повинно бути гнилих плодів*, оскільки гниль надає готовому продукту неприємних смаку і запаху. Більш багатий на сухі

---

---

речовини сік одержують з фруктів і ягід середньо- та пізньостиглих сортів. Деякі сорти яблук дають високий вихід соку за технічної стиглості, а деякі – за повної. Плоди ягідних і кісточкових культур повинні бути дозрілими, але не перезрілими. Вихід соку залежить і від ступеня подрібнення сировини, стану полідисперсної системи (великі частинки, дрібні, колоїдні системи – з молекул пектинових та білкових речовин і молекул розчинених речовин). З великих частинок легше відокремлюють сік, ніж від колоїдних.

*Плоди смородини, малини, суниць не подрібнюють.* Без додаткової обробки пресують плоди вишні, яблук, суниць, обліпихи, ожини.

Збільшити вихід соку можна також *короткочасним заморожуванням сировини* за температури мінус 2–10 °С. Заморожування здійснюють не миттєво, а так, щоб утворилися великі кристали, які розривають клітини, і під час розморожування з клітин легко витікає сік. Якщо плоди замерзли на деревах, їх потрібно швидко дефростувати й виготовити з них сік.

*Пресують* плоди на гідравлічних пакпресах чи гвинтових кошикових пресах. Під час використання останніх після першого пресування у вижимки додають у співвідношенні 1 : 1 воду, перелопачують масу і знову пресують. Соки першого й другого вижимання змішують. Після пресування соки проціджують крізь сито з отворами 0,7–0,8 мм. Для освітлення соків застосовують такі процеси: неосвітлені соки після проціджування нагрівають до 80–90 °С, а потім різко охолоджують до 35–40 °С. При цьому коагулюють колоїди і осідають суспендовані часточки. Така сама дія 1–2-годинного відстоювання соку після проціджування. Для більш повного виділення колоїдних та суспендованих часточок використовують будь-який спосіб освітлення.

*Центрифугуванням* виділяють лише великі частинки, а дрібні залишаються і роблять сік каламутним. Для виготовлення яблучного, сливового та інших освітлених соків із сировини, багатої на пектинові речовини, застосовують танін і желатин. Інколи освітлюють сік *купажуванням*. Для цього підбирають одні соки з підвищеним вмістом білків, інші – із вмістом дубильних речовин, наприклад, яблучний та грушевий, під час їх змішування випадає осад і сік освітлюється.

*Термічний спосіб освітлення* полягає у швидкому (за 1 – 3 хв) нагріванні до 80 – 90 °С та наступному охолодженні, після чого колоїди коагулюють. Домогтися коагуляції можна також заморожуванням.

Для освітлення соків у сучасних технологічних процесах використовують *бентонітові глини*, які мають високі адсорбуючі властивості. Із них виготовляють оксид кремнію (IV), який додають з розрахунку 0,5 г/л, одночасно додаючи 50 мг/л желатину. Після двохвилинної обробки сік центрифугують.

Освітлені соки, підігріті до 40–60 °С за постійного перепаду тиску, фільтрують крізь фільтр-картон марки Т. Неосвітлені соки фільтрувати важко, але за одночасного використання фільтркартону марки Т та К-10 вдається освітлювати соки від великих і малих домішок.

Повноціннішими в харчовому та біологічному відношеннях є соки з м'якоттю. Із плодів видаляють лише неїстівні частинки. Певної консистенції



---

---

сік набуває після тонкого подрібнення тканин до розміру 30 мк. Такі соки не розшаровуються, оскільки їх маса є гомогенною. Вони містять не тільки білкові, пектинові й поліфенольні речовини, а й клітковину, подрібнену до такого стану, що вона легко перетравлюється організмом людини. Для розрідження соків до них додавають (до 50 %) 15 – 50 % розчин цукрового сиропу, що гальмує окислення вітамінів та сприяє збереженню аскорбінової кислоти.

*Основні вимоги до якості соків такі:* вміст сухих речовин (за показами рефрактометра), наприклад, для яблучного соку вищого сорту – не менше 11,5 %; 1-го – 9,5 %; вміст спирту – не більше, відповідно, 0,3 й 0,5 %; загальна кислотність (у перерахунку на яблучну кислоту) для вищого та 1-го сорту натурального яблучного соку 0,3 – 1,2 %; вміст солей важких металів – міді не більше 5 мг/л, олова 100 мг/л.

Для економії тари *соки згущують*. Є кілька способів одержання концентрованих, освітлених та неосвітлених соків. Технологія виробництва соків починається з виконання загальних технологічних процесів. Потім освітлені соки уварюють в емальованих або з нержавіючої сталі вакуум-апаратах за розрідження 85 кПа і температури 50 – 65 °С до вмісту 70 % сухих речовин, а неосвітлені – до 55 %. Концентровані соки фасують у лаковану жерстяну та скляну тару місткістю до 0,6 л або в алюмінієві лаковані туби місткістю 0,2 л. *Соки для громадського харчування фасують у лаковану жерстяну чи скляну тару місткістю до 10 л або в дерев'яні бочки з поліетиленовою вкладкою.*

***Особливості виробництва овочевих соків.*** Найпоширенішими серед натуральних соків, які реалізує роздрібна торгівля, є томатний і морквяний. За хімічним складом вони різні. Сухих речовин у морквяному та буряковому соках 12–13 %; у томатному 5,5–6; білка – до 1; вуглеводів 3–12 %. Томатний сік містить близько 10 мг% аскорбінової кислоти та 2 мг% каротину. Для збереження каротину в томатному соку замість пресування використовують механічне екстрагування на шнекових екстракторах, тобто сік виробляють з м'якоттю. Безперервно діючий екстрактор забезпечує підігрівання до 90 °С соку, який потім фасують, закупорюють у півлітрові банки і стерилізують у режимі 20–20–25 за протитиску 250 кПа. Для літрових банок режим 20–30–25, температура – 90 °С, протитиск – 250 кПа.

*Морквяний сік* також виробляють з м'якоттю. Подрібнену масу (частинки до 0,7 мм) прошпарюють парою або уварюють протягом 10 – 20 хв, а потім протирають у протиральних машинах на ситах з діаметром отворів 0,7 та 0,4 мм, змішують з 10 % цукровим сиропом у співвідношенні 1 : 1, додавають лимонну й аскорбінову кислоти, гомогенізують, фасують і стерилізують.

Для отримання *бурякового соку* беруть коренеплоди з інтенсивним забарвленням. Їх нарізають шматочками і проварюють 30–50 хв за температури 100–105 °С. Буряковий сік одержують також з подрібненої сиріої маси коренеплодів. Пресування триває 40–50 хв за максимального тиску 15 МПа. Сік фільтрують крізь капронове сито № 18 або сито з нержавіючої сталі з діаметром отворів 0,5 – 0,8 мм. У першому випадку буде сік з м'якоттю. Буряковий сік без м'якоті стерилізують у півлітрових банках за режиму 20–

---

---

25–20 за температури 116 °С і протитиску 250 кПа. Соки з м'якоттю (морквяний і буряковий) стерилізують у півлітрових банках за формулою 20–40–20 за температури 120 °С і протитиску 250 кПа.

**Сушіння овочів і плодів.** До фізичних способів консервування належить сушіння овочів, фруктів і бульб картоплі. Після видалення з плодів вільної вологи в них залишається зв'язана волога, за якої розвиток мікрофлори неможливий, а ферменти інактивовані, тобто продукт законсервований. Перевагами сушіння є те, що сушену продукцію неважко зберігати – вона займає менший об'єм. Крім того, багато сушеної плодогідної продукції отримують використовуючи природне тепло. Сушені картопля, овочі повинні мати вологість 12 %, фрукти, ягоди – 20–25 %.

Свіжі плоди містять багато вільної вологи, яка під час сушіння легко випаровується, особливо з міжклітинників. Великі плоди ріжуть (що менший розмір шматочків, то більша швидкість сушіння). Процес сушіння складається з окремих фізичних процесів: 1) зокрема термодифузії, в результаті якої тепло від менш нагрітих частинок передається до більш нагрітих завдяки високій теплопровідності нарізаних шматочків; 2) частинки містять дуже багато води, що й зумовлює швидку теплопередачу; 3) випаровування вологи здійснюється внаслідок того, що нагріта всередині тканин волога розширюється і підвищується тиск; 4) гаряче повітря теплоносія вологоємне і відбирає вологу, яка випаровується.

**Вимоги до якості сировини.** У сировині, призначеній для сушіння, не повинно бути підморожених, зіпсованих хворобами або шкідниками плодів. У ній має бути високий вміст сухих речовин. Для різання беруть плоди з добрим станом тургору. Продукція, яка не подрібнюватиметься, може бути трохи підв'яленою (до 5 %). Кісточкові сушать у стадії їстівної стиглості, банани та манго – недозрілими, інжир – у споживчій стиглості з ніжною консистенцією.

**Підготовка сировини** до сушіння полягає у митті, сортуванні, калібруванні, видаленні неїстівних частин. Бланшують її до або після різання, однак після різання спостерігаються втрати сухих речовин. Внаслідок бланшування у клітині відбуваються коагуляція білків, гідроліз геміцелюлоз та протопектину, що прискорює сушіння, оскільки волога крізь шар коагульованих білків дифундує швидше. Цибулю, часник, зелень не бланшують, щоб запобігти втратам ефірних масел. Абрикоси, персики, яблука, груші, виноград замість бланшування обробляють сірчистим ангідридом, який одночасно інактивує ферменти, завдяки чому плоди під час сушіння не темніють. Картоплю, моркву, буряки, капусту бланшують майже до готовності, тобто для сушіння беруть трохи недоварену продукцію, яка потребує мінімальної кулінарної обробки. Цибулини обпалюють у печах і миють.

**Великі плоди ріжуть:** яблука – на шматочки, кільця, груші – на пластинки; картоплю, моркву – кубиками; буряки подрібнюють на відповідних машинах. Якщо продукція не бланшована, то її бланшують після різання: завдяки бланшуванню об'єм продукції збільшується, шкірка набуває тріщинуватості у формі сітки, що прискорює процес сушіння. Для

---

---

гальмування побуріння продукції використовують 0,1 % розчин аскорбінової або лимонної кислоти.

Особливо багато сушених продуктів виробляють у зонах тропіків та субтропіків. Валуве світове виробництво сушеної продукції становить близько одного мільйона тонн.

*Способи сушіння.* Відомі різні способи сушіння овочів та плодів: 1) сонячно-повітряне; 2) штучне в сушарках; 3) сублімацією; 4) інфрачервоним випромінюванням.

*Сонячно-повітряне сушіння* дешевше, але триває довше, також висушені продукти можуть бути забруднені атмосферними пилоподібними часточками. Якщо майданчик для сушіння влаштовано поблизу джерел пилоутворення. Під час штучного сушіння використовують підігріте повітря. *Сушіння інфрачервоним випромінюванням* потребує значних затрат енергії, хоч процес відбувається швидше і висушена продукція має вищу якість.

Сонячно-повітряне сушіння застосовують за температури навколишнього повітря не менше 30 °С. Майданчики для сушіння влаштовують далі від доріг, обладнують сортувальними столами та вагами. Крім того, тут повинні бути відкриті й закриті навіси, складські приміщення, м'яка та ящикова тара, мішкозашивна машина. Висушену продукцію обробляють у заводських умовах (дезінсекція та очищення). Плоди плодоягідних культур сушать у саду. Стелажі або підноси роблять заввишки 0,3–0,4 м, краще із сітки, щоб продукція продувалася з усіх боків. Як правило, майданчики роблять механізованими, щоб стелажі по рейках вивозити з камер сульфитації для сушіння спочатку на сонці, потім – у тіні. Сушіння триває 1 – 2 тижні.

*Штучне сушіння картоплі, овочів, фруктів, ягід* проводять: 1) гарячим теплоносієм (повітрям, інфрачервоним випромінюванням); 2) за пониженого тиску; 3) за підвищення осмотичного тиску у вакуумі. Сушіння може бути: 1) конвективним (в шахтних, тунельних, стрічкових сушарках); 2) контактним (зневоднення на валкових сушарках); 3) сублімаційним (заморожування у вакуумі з подальшим видаленням льоду).

*Сушильні камери*, у яких використовують гаряче повітря чи підігріту пару, бувають шафного, тунельного, каналного, стрічкового типів.

*Шафні сушарки* обладнані примусовою вентиляцією, за якої повітря подається із швидкістю 0,4 – 0,6 м/с. Продукцію вміщують на ситах, натягнутих на дерев'яні рами. Повітря подається знизу, проходить крізь сита і виходить у витяжну трубу. На нижніх ситах температура завжди нижча, тому їх періодично міняють місцями.

*Тунельні сушарки* зроблені з цегли у вигляді каналу, в який надходить теплоносієм (повітря з топковими газами) і по якому переміщуються візки з установленими на них ситами з різною продукцією. Тривалість сушіння – 12–24 год.

Найпоширеніші *стрічкові сушарки*, всередині металевого корпусу яких є 4 – 5 сітчастих конвеєрних стрічок з корозійностійкої сталі. Чотири стрічки завантажують тільки з торцевого боку, а п'яту – з різних боків. Під кожною стрічкою встановлено калорифер, індивідуальний привод та варіатор швид-

---

---

костей. Найшвидше волога видаляється на тих стрічках, на яких сировина свіжа, тому швидкість руху її найбільша. Перша стрічка рухається від місця навантаження, друга – у зворотний бік і на неї перевантажується сировина з першої стрічки і т.д. Сировину розпушують ворушилками. Машина ПКС-20 має чотири стрічки загальною поверхнею 20 м<sup>2</sup> і продуктивністю 1 т за добу. Парові п'ятистрічкові сушарки СПЛ-4Г мають різну продуктивність і площу сітчастих стрічок. Цикл сушіння – 200 хв, продуктивність за добу під час сушіння яблук – 400 кг, абрикос без кісточок – 200 кг.

Останнім часом для сушіння продукції почали використовувати тепло *інфрачервоного випромінювання*, джерелом якого є лампи КГ220 В-100 Вт або трубчасті випромінювачі. Порізані на шматочки або цілі дрібні плоди, розміщені у будь-якій місткості, опромінюють лампами або випромінювачами, що розміщені на відстані 35–50 см від плодів. Продуктивність установок – до 1 т за зміну, тому раціональне їх використання можливе в умовах невеликих фермерських господарств. Якість продукції, висушеної інфрачервоним випромінюванням, краща, ніж висушеної у сушарках інших типів. Потужність освітлення – близько 6 кВт на 1 м<sup>2</sup> поверхні. Промислова установка продуктивністю 760 кг за зміну має таку характеристику: потужність – 92 кг/год; площа листів – 6,6 м<sup>2</sup>; довжина – 7 м; ширина – 1 м; кількість ламп потужністю 1000 Вт – 39 шт., тривалість сушіння із завантаженням і розвантаженням – 1 год.

Серед способів *сушіння* (за підвищення осмотичного тиску) відоме сушіння (зневоднення) сиропом з високою концентрацією цукру. Підготовлену продукцію, наприклад, яблука, нарізають кружальцями, вміщують у 70 % сироп з температурою 19–20 °С на 12 год. Співвідношення сиропу і плодів становить 4 : 1. Завдяки високому тиску, створеному концентрацією сиропу, останній переходить у клітини, з яких виділяється клітинний сік. Процес дифузії закінчується за встановлення рівноваги концентрації сиропу та клітинного соку всередині тканини. Плоди відокремлюють від сиропу і досушують до необхідної вологості в камерних сушарках за температури 70 °С.

Вихід та хімічний склад сушеної продукції різних сортів неоднакові. Так, вихід сушених яблук ранніх сортів – 13–15, а пізніх – 17–19 %. За хімічним складом також цінніші сушені яблука пізніх сортів: їх цукристість – 50–60 %; кислотність (залежно від сорту) – 2–3; вміст пектинових речовин – 3–4,5 %, тоді як у ранніх сортів – відповідно 43–45 %, 4,5–5,5, 1,2 %. Така тенденція до зміни хімічного складу спостерігається в різних сортів груш і слив. Якість сушених продуктів залежить від способу підготовки сировини до сушіння. Наприклад, під час бланшування слив перед сушінням у висушених плодах сухих речовин на 5 %, а цукру на 10 % більше порівняно з тими, які не бланшували.

*Картопляне пюре* виробляють сушінням тонкого шару на валках-барабанах великого діаметра, що рухаються в протилежні боки та обігріваються зсередини парою. На барабан подається картопляне пюре, а

---

---

наприкінці обертання барабана на ньому залишається висушена до вологості 4 – 6 % тонка плівка, яку знімають за допомогою ножів.

*Картопляну крупку* виробляють на струменевих млинах, на яких подрібнену варену картоплю висушують у вібруючому потоці стисненого повітря. Її вологість – 4–6 % (отримана на розпилювальних сушарках сушена продукція має крупнопористу структуру, що полегшує її відновлення). Сухе овочеve пюре використовують як компонент для дитячого чи дієтичного харчування. Вона досить міцна, тому не ламається під час перевезення на значні відстані. У розпилювальних сушарках тонкодиспергований продукт потрапляє в потік гарячого повітря (120–180 °С) і майже миттєво висушується. Такі сушарки використовують для сушіння плодоягідних і томатного соків з отриманням порошків. Томатний порошок містить 90–96 % сухих речовин, зокрема 12 % білка, 55 – вуглеводів; 9 % кислот (у перерахунку на яблучну кислоту); до 100 мг% вітаміну С. Енергетична цінність – 1,1 МДж в 100 г. Використовують після розбавлення водою.

Усі сушені продукти гігроскопічні, тому їх герметично запаковують у паперову або поліетиленову тару, фанерні, картонні чи дощаті ящики, чотиришарові крафт-мішки. Зберігають у прохолодних, сухих, добре провітрюваних без доступу світла приміщеннях.

**Підготовка сировини для штучного сушіння.** Білоголову капусту для сушіння беруть з білими листками, вирізають качан і шаткують на локшину завширшки 4 мм, потім бланшують у киплячій воді 3 хв. Після стікання води капусту розкладають на лотки чи решета і сушать за температури 65 – 70 °С, періодично перемішуючи.

*Цибулю* висушують на пластівці (інколи з них роблять порошок). Для сушіння використовують солодкі сорти з сильним ароматом (гострі непридатні). Цибулю миють, видаляють верхні луски, зрізають механічним ножем верхню та нижню частини і ріжуть на шматочки завтовшки 3 – 5 мм. У приміщенні, в якому підготовляють цибулю до сушіння, повинна бути добра вентиляція. Цибулю не бланшують. Проводять двоступінчасте сушіння в тунельних сушарках у потоці повітря: перше – за температури 70 °С, друге – за 57 °С. Сушать до вологості 7 %, після чого досушують у фінішері до вологості 4 %. Вихід готового продукту – 11 %.

Найкращі сорти *моркви* для сушіння – Шантане та Імператорська, які мають оранжево-червоне забарвлення і ніжну м'якоть. Непридатні для сушіння молоді, старі чи потемнілі плоди. Моркву ріжуть кубиками або шматочками, бланшують за температури 87 – 88 °С протягом 6 – 8 хв, потім сульфітують. Сушать у тунельних сушарках спочатку протягом 7 год до вологості 7 % (температура теплоносія 71 °С), а потім у фінішерах до вологості 4 % (температура теплоносія 48 – 49 °С). Для отримання порошку моркву після подрібнення пресують. Видавлений сік екстрагують для одержання каротину. Масу після пресування пропускають крізь решето, сушать 2 год за частого помішування, потім сушать на барабанних (вальцьових) сушарках до вологості 10–12 %. У сушених продуктах міститься, відсоток: азотистих речовин – 1,8; жиру – 0,9; клітковини – 4,6; золи – 2,8; декстринів – 12,3; крохмалю – 65,7.

---

---

Після сушіння масу розмелюють, а борошно використовують для випікання печива, хліба, приготуванні супів, каш, соусу.

*Часник* сушать теплоносієм за температури 60 °С, досушують у фінішері за температури 37 °С до вологості 5 %. Вихід готової продукції (сушені шматочки чи порошок) – 20 – 33 % від маси сировини.

*Столові буряки* для сушіння вибирають з добре забарвленою м'якоттю. Після бланшування їх ріжуть на стовпчики і сушать у тунельних або стрічкових сушарках за температури 75 °С, поступово знижуючи її до 45 – 50 °С. Висушені буряки сортують і просіюють. Хімічний склад сушеної продукції: сухих речовин – 86 %, зокрема вуглеводів – 64,8; білків – 6,8; клітковини – 5,4; золи – 6 %; вітаміну С – 12 – 18 мг%.

*Виноград* спочатку сульфїтують, а потім сушать у тунельних сушарках теплоносієм за температури 78 °С, знижуючи її до 54 °С. На кожному піддоні 25 кг грон. Кінцева вологість ягід винограду – 16 – 18 %. Тривалість сушіння – 18 год. Потім на машині відокремлюють гребені, інспектують та фасують готову продукцію.

*Баклажани* ріжуть кільцями, посипають сіллю і залишають на 15 хв для видалення гіркоти, потім миють у проточній воді, бланшують у киплячій воді 6–7 хв, охолоджують, дають воді стекти і сушать за температури до 60 °С.

**Заморожування фруктів, овочів.** Різновидом використання холодної техніки є отримання заморожених плодів продукції в морозильних камерах. Швидке заморожування за температури мінус 18–20 °С сприяє повному консервуванню продукції, а подальше витримування за температури не нижче мінус 15 °С забезпечує зберігання її протягом багатьох місяців. Однак під час розморожування продукти течуть внаслідок розривання клітин великими кристалами льоду. Для зменшення розмірів кристалів застосовують температуру нижче мінус 33 °С, у результаті чого під час розморожування клітини тканин рослинних об'єктів залишалися цілими і продукція мала належний товарний вигляд.

Мікрофлора з моменту замерзання води стає недіяльною, а тривале витримування за низьких температур згубно діє майже на всі види мікрофлори. Заморожені плоди стають твердими, у них зберігаються природне забарвлення, щільність та ін.

Охолоджуючим середовищем є, зазвичай, повітря з різною швидкістю руху і температурою мінус 30–40 °С. Продукти заморожують у морозильних камерах камерного типу, де повітря рухається із швидкістю 1–2 м/с. Для прискорення заморожування джерело холоду розміщують у таких камерах поряд з об'єктом, що заморожується. Найкраще заморожувати фасовані продукти. Заморожування відбувається швидше за інтенсивного тепло- і вологообміну та невеликих розмірів упаковки. Оптимальний результат дає заморожування розсипної продукції, яка перебуває в несправжньоозріженому стані (спосіб флюїдизації).

У деяких морозильних апаратах заморожувану продукцію розміщують на металевій пластині, яка інтенсивно охолоджується, – так зване

---

---

заморожування з одного боку. Більш швидким є заморожування з двох боків, при цьому швидкість заморожування лімітується переважно товщиною шару заморожуваного продукту. Заморожування за допомогою рідкого холодоносія, який подається форсункою, здійснюють у вертикальному чи горизонтальному положенні.

Для рівномірного заморожування продукції в банках потрібно, щоб вони стояли в горизонтальному положенні і повільно оберталися.

Надшвидкісним вважається заморожування у киплячих холодносіях – рідкому азоті, фреоні та ін. При цьому в теплообміні бере участь вся поверхня продукту, а дуже низькі температури забезпечують заморожування за кілька хвилин.

Плоди для заморожування беруть високоякісні й відповідно підготовлені. Щоб поліпшити якість готових плодоягідних продуктів, їх часто змішують з цукром.

Заморожують усі види плодоягідної продукції, деякі овочі, суміші овочів. За кордоном виробляють близько 55 % заморожених продуктів з картоплі. З'ясовано, що витрати на заморожування менші за вартість втрат під час зберігання продукції різними способами. Морозильні машини флюїдизаційного типу ОФАР-800 – найпрогресивніші. Широко використовують морозильні машини роторного (МАР, АРСА, УРМА), барабанного й тунельного типів. Дрібні плоди і ягоди заморожують цілими, а великі – різними. Заморожену продукцію зберігають за температури не вище мінус 17 °С.

Розморожування швидкозаморожених продуктів у дрібній упаковці поєднують з кулінарною обробкою. Розморожують кількома способами: теплим повітрям, пароповітряною сумішшю, гарячою рідиною, електричним полем, інфрачервоним випромінюванням.

*Розморожування теплим повітрям* здійснюють у спеціальних камерах або апаратах, для чого їх обладнують кондиціонерами або калориферами. Продукти в упаковці вкладають рядами у шаховому порядку, перекладаючи ряди рейками, а якщо продукція без упаковки, то її розмішують на стелажах. Теплий потік повітря подається зверху вниз. Більшість харчових продуктів є напівпровідниками, що складаються з суміші речовин, які по-різному реагують на дію електромагнітного поля. Мікрочасточки цих речовин мають певний заряд. Заряди першої групи легко переміщуються під дією зовнішнього електричного поля і називаються вільними, а другої – мають зв'язані заряди.

Переміщення зарядів першої групи і створює струм провідності. Під час проходження струму високої частоти через продукт електрична енергія перетворюється на теплову, тобто відбувається нагрівання всієї маси з великою швидкістю. З цією метою використовують лампові генератори. Плодоягідну продукцію найчастіше розморожують за допомогою струму високої частоти.

---

---

### 8.2.3. Хімічне консервування

Для консервування фруктів, овочів, окрім основних консервуючих речовин (кухонної солі, цукру, оцтової кислоти) використовують хімічні речовини – антисептики, які мають антимікробну дію: сірчисту, сорбінову та бензойну кислоти.

Найбільша потреба у використанні антисептиків буває у літній період, коли збирають урожай плодючої продукції, що швидко псується, а використання інших способів консервування є обмеженим. За допомогою антисептиків можна швидко законсервувати багато видів продукції (отримавши напівфабрикат), яка потім є сировиною для виготовлення інших видів консервів.

**Сульфітація.** Найдавніший спосіб використання антисептиків – це сульфітація, за якого використовують сірчисту кислоту, її солі та сірки оксид. На мікрофлору найбільш згубно діє сірчиста кислота, а на дріжджі вона впливає менше. Сірки оксидом обробляють сухі або свіжі плоди, а також застосовують його для консервування напівфабрикатів. Значна отруйна дія його потребує обов'язкової десульфитації сульфітованої продукції.

У місцях сульфитації, наприклад у сховищі, де розмішена сировина чи продукція, спалюють сірку або використовують стиснений у балонах сірки оксид. Оскільки він удвічі важчий за повітря, за температури мінус 10 °C та за тиску 400 – 600 кПа він перебуває в рідкому стані, а за низької позитивної температури легко розчиняється у воді, утворюючи сірчисту кислоту. Якщо температура підвищується, розчинність SO<sub>2</sub> зменшується і за 60 °C він повністю видаляється з розчинів. Це й покладено в основу десульфитації обробленої SO<sub>2</sub> продукції.

Позитивними властивостями сірчистої кислоти є блокування та руйнування пектинових речовин – активних груп окислювально-відновних ферментів плодючої продукції – в результаті чого стабілізується вміст як аскорбінової кислоти та каротину, так і ферментів мікрофлори.

Негативна дія сірчистої кислоти полягає в тому, що в продуктах руйнуються вітаміни групи В, зокрема тіамін зв'язується з моносахаридами сировини, швидко взаємодіє із залізом, що ускладнює його використання. Крім того, сірчиста кислота швидко розкладається з виділенням сірки оксиду за порушення герметичності зберігання отрує повітря. Балони з SO<sub>2</sub> потрібно тримати за температури не вище 25 °C і перевозити без різких поштовхів. Залишкова концентрація SO<sub>2</sub> в готових продуктах не повинна перевищувати 0,002. Виготовляти продукти для дітей з сульфітованої сировини не дозволяється.

*Розрізняють мокру і суху сульфитацію.* На консервуючу дію SO<sub>2</sub> впливає кислотність плодів і ягід. Що вона вища, то більшою є консервуюча дія SO<sub>2</sub>. У нейтральному середовищі сірчистий ангідрид утворює стійкі комплекси і за десульфитації не виділяється.

*Рідкий сірчистий ангідрид* подається безпосередньо в підготовлену сировину. Його кількість дозується сульфитометром. Інтенсивно



---

---

випаровуючись, він утворює корки замерзлої речовини. Робочий розчин ангідриду готують так: по шлангу з балона повільно випускають ангідрид у герметичну місткість з холодною водою. Кількість SO<sub>2</sub> визначають за зменшенням маси балона, який стоїть на вагах. Концентрацію контролюють за густиною розчину, яку визначають ареометром. Як правило, готують 5–6 % розчин. Робочого розчину в сировину вносять стільки, щоб концентрація сірчистого ангідриду в сульфітованому продукті (пюре) становила не більше 0,2 %. Приготовлений розчин сірчистої кислоти тримають герметично закритим, оскільки за потрапляння в нього кисню вона перетворюється на сірчану кислоту.

Сульфитація є основним способом консервування плодоягідного пюре. Після відповідної підготовки сировини (одержання пюре) сірки оксид подають у змішувач-сульфітатор з механічною мішалкою (температура пюре не вище 30–40 °С) або охолоджувач-сульфітатор КС-3 після наповнення їх пюре на 20–25 %. Під час перемішування пюре обробляють консервантом. Для пюре з кислих плодів (яблук, слив) концентрація консерванту 0,1–0,15 %, для пюре з менш кислих плодів (персики, абрикоси) – 0,15–0,18 %. Сульфітований продукт зразу фасують у дерев'яну з поліетиленовою вкладкою тару – бочки, чани або поліетиленові бочки. Інколи неподрібнені плоди слив, вишень, черешень консервують у дерев'яних бочках, заливаючи сульфітованим пюре. Концентрація сірки оксиду в пюре у цьому разі збільшується до 0,4–0,45 %.

Для сульфитації цілими використовують плоди дозрілі, технічної стиглості, проінспектовані, відкалібровані, помиті. Далі, залежно від виду продукції, здійснюють індивідуальну підготовку: у зерняткових видаляють насінну камеру, плодоніжки, за потреби їх ріжуть; у кісточкових видаляють плодоніжки та кісточки (дрібноплідні консервують, як і яблука та груші, цілими). У ягід видаляють чашолистки, плодоніжки, різні домішки. Сульфітують плоди в бочках з бука, дуба, осики, заповнюючи тару не більш ніж на 90 %. Після забивання верхнього дна через шпунтовий отвір наливають розчин сірчистої кислоти з відповідною концентрацією сірки оксиду: для яблук – 2 %; вишень, слив – 1,5; агрусу, смородини, груш, чорниці – 5 %. Потім шпунтовий отвір закривають.

Плоди суниці для уникнення їх розм'якшення заливають робочим розчином сірки оксиду, в 1 л якого міститься 6 г гашеного вапна. Кальцію гідросульфід (CaHSO<sub>3</sub>)<sub>2</sub> утворює з пектином нерозчинні комплексні сполуки, котрі зміцнюють ягоди, не допускаючи їх деформації. Перестиглі плоди смородини сульфітують з додаванням гашеного вапна.

Закривши шпунтові отвори, бочки прокочують для кращого розчинення сірки оксиду і залишають на 3 – 4 дні на майданчику. За цей час під дією сірки оксиду плоди розм'якшуються й осідають на дно бочок. Крім того, виявляють бочки, які потекли. Зараз використовують поліетиленові бочки.

*Суха сульфитація.* Сірки оксид, як консервант, застосовують для обкурювання плодів із щільною консистенцією (груш, яблук, айви) та

---

---

висушеної плодоягідної продукції. Свіжі плоди укладають у ящики з проміжками 2 – 3 см. Ящики штабелюють на висоту 1,5 м, потім ставлять у шаховому порядку, а ряди їх, у свою чергу, ставлять на рейки так, щоб за рахунок пасивного руху повітря концентрація  $SO_2$  в повітрі була рівномірною. Відстань від стін і між штабелями 0,4 – 0,8 м. Біля оглядового вікна залишають відкритий ящик з плодами.

Витрати сірки становлять близько 2 кг на 1 т плодів. Сірку розподіляють рівномірно по різних місцях сховища. Її спалюють на розжареному вугіллі. Для герметизації сховища і дверей використовують різні ущільнювальні матеріали з подальшим замазуванням глиною. Краще подавати у сховище  $SO_2$  із балонів або спалювати сірку в каскадній печі і по трубах подавати  $SO_2$  в сховище. Суха сульфитація триває 16 – 20 год. У плодах має бути 0,06 – 0,12 %  $SO_2$ . Закінчення сульфитації визначають за контрольними плодами – вони знебарвлюються.

Десульфитацію проводять перед використанням сульфитованих плодів, для чого плоди або пюре завантажують у двостінний котел або дерев'яний чан і по барботерах подають пару (в денний час) чи підігрівають котли. Десульфитовані продукти відновлюють своє забарвлення, в них не повинно відчуватися запаху сірки оксиду.

**Консервування іншими антисептиками.** Бензойна кислота розчиняється у воді погано: за кімнатної температури можна отримати лише 0,2 % розчин. Кінцева концентрація не повинна бути вище 0,12 %. Консервувальна дія бензойної кислоти виявляється тільки в кислому середовищі з  $pH=2,5-3,5$ . Тому її використовують під час консервування кислих продуктів з кислотністю не менше 0,4 %. Як консервант використовують переважно бензойноокислий натрій – сильний антисептик щодо дріжджів та плісневих грибів. Використовують 5 % розчин бензойноокислого натрію. Для консервування пюре його розчиняють у гарячій воді, а для консервування соку – в гарячому соці. В цих продуктах консерванту має бути не більше 0,1 %. Перемішуванням його рівномірно розподіляють по масі. Інколи цей консервант використовують при виготовленні джемів і повидла, коли не впевнені в ефективності розчину цукру як консерванту. В джеми і повидло бензойноокислий натрій вносять у процесі варіння, оскільки він не легкий (вміст не повинен перевищувати 0,07 %) і надає специфічного присмаку готовим продуктам.

*Сорбінова кислота*, як і бензойна, погано розчиняється у воді. Тому використовують її солі – натрію чи калію, які не надають консервам поганого присмаку, не змінюють їх природного смаку й кольору. В організмі людини сорбінова кислота повністю окислюється до вуглекислого газу й води. Бензойна ж кислота взаємодіє в нирках з гліцином і у вигляді гіпурової кислоти виводиться з організму.

Сильна окислювальна дія сорбінової кислоти виявляється щодо плісень та дріжджів, слабка – до бактеріальної флори. Консервувальну дію має 0,05–0,1 % розчин. Ця кислота менш токсична, ніж оцтова. Зберігають сорбінову кислоту в темряві, оскільки на світлі вона розкладається, перетворюючись на жовтозабарвлену масу.

---

---

У холодній воді сорбінова кислота розчиняється слабо, тому для її розчинення використовують гарячу воду (до 85 °С) або розчиняють у підігрітому (до цієї температури) продукті, який потрібно консервувати. Для консервації пюре беруть 10 частин пюре й 1 частину кислоти і нагрівають до розчинення. Розчин використовують для консервування основної партії продукції. За тривалого варіння кислота частково звітрюється, тому її вносять наприкінці варіння. Сорбінову кислоту як консервант використовують під час консервування перцю та баклажанів. Її розчином змочують поверхню розфасованого повидла, щоб не розвивалися плісеневі гриби. Використовують її також для консервування плодово-ягідних соків, плодів і ягід, протертих з цукром, варення, соусів. Кислоту поєднують із цукром, спиртом або нагріванням і герметизацією продукції, що дає змогу знижувати температуру і тривалість нагрівання, а також забезпечити триваліше зберігання консервів після розкривання тари.

Використовуючи сорбінову кислоту для виготовлення сирих джемів, витрати цукру зменшують удвічі. Спочатку кислоту змішують з цукром, а потім – з продуктом, який консервують. Частка консерванту в продукті становить до 0,05 %, у соках – до 0,06 %.

Консерви з використанням сорбінової чи бензойної кислоти потрібно зберігати за плюсової (бажано низької) температури.

#### **8.2.4. Консервування цукром**

Консервування цукром ґрунтується на створенні високого осмотичного тиску в консервованому середовищі – 35 – 55 МПа (за концентрації цукру 68–70 %). У такому середовищі життєдіяльність мікроорганізмів неможлива: з їх клітин швидко видаляється волога і вони гинуть.

Консервовані цукром плодоягідні консерви бувають як сирі, так і варені (варення, джеми, повидло, пастила та ін.).

**Виготовлення варення.** Варення готують майже з усіх плодів кісточкових, зерняткових та ягідних культур. У готовому варенні плоди мають зберігатися цілими, певної форми, насичені цукровим сиропом, з відповідними ароматом і смаком. Сироп у варенні повинен бути прозорим.

Процес приготування варення здійснюється так, щоб дифузія, забезпечуючи високу концентрацію цукру в плодах, не призводила до їх зморщування чи розривання тканин. Потрібно, щоб сировина була однорідною за розмірами, ступенем зрілості, кольором плодів та вмістом кислот. Для виготовлення варення беруть дозрілі плоди (перезрілі розварюються, варення з недозрілих плодів неароматне, містить грубі частинки).

**Підготовка сировини.** Абрикоси перед варінням наколюють або, якщо плоди мають розмір більше 35 мм, розрізають на половинки і видаляють кісточку; ананаси ріжуть на шматочки 10–12 мм. Виноград відокремлюють від гребенів і сортують за розмірами ягід; плоди зерняткових очищають від плодоніжок, чашечок та насінного гнізда, нарізають шматочками завтовшки 15–25 мм і завдовжки не більше 30 мм. Кісточкові звільняють від

---

---

плодоніжок, дрібні сливи й аличу варять цілими, а великі або розділяють на половинки і викидають кісточки, або надрізають з одного боку до кісточки. Дрібноплідні персики розрізають на половинки, а великоплідні – на 4 – 8 шматочків. Плоди брусниці, буяхів, журавлини, чорниці очищають від плодоніжок (журавлину, брусницю бланшують). Дині очищають від шкірочки, насіння та м'якоти, ріжуть на шматочки до 50 мм, бланшують не більше 10 хв. у киплячій воді або 5–7 хв. у 5–10 % цукровому сиропі за температури 90–100°C. Волоські горіхи кип'ятять 3–5 хв у 5 % розчині каустичної соди, потім миють і витримують 2 доби у холодній воді, міняючи її через кожні 6 год доти, поки вона перестане забарвлюватись. Після цього горіхи обробляють протягом 24 год в 7–10 % розчині вапна (вони набувають темно-фіолетового забарвлення і твердості), промивають холодною водою доти, поки вода перестане забарвлюватись, наколюють, бланшують 20–25 хв в 1–6 % киплячому розчині алюмокалієвих галунів (на 100 кг плодів 800 г галунів), витримують у холодній воді, бланшують 20–30 хв у 5 % цукровому сиропі або гарячій воді. Плоди ягідних культур переробляють у день збирання. Цитрусові можна довше зберігати, але в невеликій тарі.

*Концентрація цукрового сиропу:* для варення з винограду, дині, пелюсток троянд, інжиру – до 40 %; для абрикос, персиків, черешні, манго – 40–55; гуаяви, лимонів – 75–80; айви, груш, яблук, слив-ренклодів – 40–55; винограду, черешні, ткемалі, мандаринів – 50–55; брусниці, буяхів, дині, суниць, полуниць, журавлини, чорниці, смородини – 70–75 %.

Перед варінням плоди заливають гарячим цукровим сиропом і витримують 3–4 год для поступової дифузії цукру в плоди. Виноград, вишні, смородину варять зразу, поступово доводячи до кипіння, оскільки за високої температури сік закипає всередині плода, що утруднює проникнення в нього сиропу. Тому фрукти варять за слабого кипіння, чергуючи охолодження й нагрівання. Під час охолодження знижується пружність водяної пари в тканинах плодів, утворюється вакуум, що поліпшує проникнення в них сиропу. Варення варять у двостінних котлах невеликої місткості (до 12 кг), щоб уникнути деформації плодів.

*Варіння буває одно- чи багаторазовим.* Плоди, які не розварюються і добре просочуються сиропом (малина, журавлина, суниця, ожина), варять за один раз протягом не більше 40 хв, попередньо витримавши їх 8 – 10 год у цукрі. Інші плоди варять багаторазово, доводять до слабого кипіння і варять кілька хвилин, потім виливають у мілку тару і залишають на 15 – 20 год. Інколи уварюють лише сироп без плодів, а останній раз – з плодами. Для вишень, черешень, смородини достатньо дворазового варіння. Виноград, абрикос, персики (половинками), сливи, дині варять тричі. Плоди зерняткових, сливи, абрикоси, агрус – чотири; мандарини – п'ять разів. *Загальна тривалість варіння не повинна перевищувати 30 хв.* Закінчення варіння визначають за допомогою рефрактометра: для непастеризованого варення 70 % СР в охолодженій краплі сиропу, для пастеризованого (крапля не розпливається) – 68 %.

---

---

Найдосконалішим є виготовлення варення у вакуум-апаратах. Спочатку створюють вакуум у порожньому котлі, потім подають сироп, який доводять до кипіння. Через люк у верхній частині завантажують попередньо витримані в гарячому сиропі плоди. Дрібні плоди надходять одночасно з сиропом. Після завантаження подається пара, створюється вакуум. Готовий продукт фасують, закупорюють, стерилізують за температури 100 °С. Вміст сухих речовин у ньому становить 60–70 %.

### ***Виготовлення джемів, повидла, мармеладу, желе***

Готовий продукт має вигляд желеподібної маси, в якій містяться шматочки проварених у сиропі плодів. Виготовляють з додаванням чи без додавання желеутворювальних соків або пектинових концентратів. Технологічна схема складається з підготовки сировини та сиропу, варіння, регулювання вмісту інвертного цукру, фасування, закупорювання, стерилізації продукції.

Важливим до варіння джему та повидла є визначення желеутворювальної здатності плодів. Кількість пектину в сировині визначають як хімічним способом, так і за пробою згустку. Із сировини віджимають 5–10 мл соку, додають 15–30 мл 6 % етилового (метилового) спирту чи ацетону, інтенсивно збовтують та аналізують згусток (осад). Якщо осад має вигляд суцільної компактної маси, то пектину в сировині понад 1 % і його додатково добавляти не треба, а якщо осад має вигляд розрізнених пластівців, то вміст пектину недостатній. Крім того, сировина повинна мати певну кислотність.

Найкращою для виготовлення джему є сировина, яка містить близько 1 % кислот та 1 % пектинових речовин. Якщо цих речовин у сировині недостатньо, то добавляють лимонну кислоту, пектиновий порошок чи пектиновмісні плоди. Перезріла чи недозріла сировина для виготовлення джему непридатна. *Сировину готують так само, як і для варення.* Джем варять у вакуум-апаратах або двостінних котлах один раз до вмісту сухих речовин 73 % (за показами рефрактометра для джему без стерилізації). Сировину або засипають цукром, або заливають 70 % його розчином і за 5 – 10 хв до готовності (за потреби) добавляють желеутворювальні продукти. Деякі плоди перед варінням джему проварюють до розм'якшення (айву), а інші варять 5 – 10 хв.

У джемі інвертного цукру має бути не більше 40 %. Фасують у скляні банки місткістю до 1 л, закупорюючи лакованими кришками, в лаковані жерстяні банки місткістю 5 – 10 л, у дерев'яні бочки з поліетиленовими вкладками місткістю не більше 50 л або в тару з термопластичних полімерних матеріалів місткістю від 0,03 до 25 л.

***Повидло.*** Виготовляють уварюванням плодоягідного пюре або соку з цукром до желеподібної консистенції. Використовують один чи два види продукції. Основної сировини, за якою дають назву повидлу, має бути не менше 60 %. Складові рецептури готують так, як і для джему. Пюре роблять з плодів технічної стиглості. Після миття та інспектування їх пропарюють, бланшують, протирають. Якщо пюре сульфітоване, його попередньо десульфітують до вмісту сірчистого ангідриду не більше 0,025 %. Пектиновий розчин (за потреби) готують за добу до варіння повидла:

---

---

порошок замочують у холодній воді, для чого беруть 5 частин пектину і 95 частин води. Цей розчин додавають наприкінці уварювання.

Повидло варять у двостінних котлах, перемішуючи, чи у вакуум-апаратах з мішалками. Уварювання здійснюють різними способами: 1) упарюванням пюре до вмісту сухих речовин 16 % з наступним уварюванням з цукром до готовності; 2) уварюванням пюре з половиною цукру до вмісту сухих речовин 45 %, а потім уварюванням з рештою цукру до готовності; 3) одночасне уварювання пюре та цукру відповідно до рецептури. Готове повидло повинно містити не менше 67 % сухих речовин за показами рефрактометра. Як правило, для одержання густого повидла на одну частину цукру беруть 1,8 частини пюре. Таке повидло фасують і транспортують в ящиках. Вміст інвертного цукру в ньому становить не менше 25 %.

**Мармелад.** Для виготовлення мармеладу беруть однакові кількості цукру й пюре. Масу уварюють до 68 %-го вмісту сухих речовин, а потім підсушують до вологості 29–33 %. Вологість фасованого мармеладу – 23–24 %.

**Желе.** З освітлених плодоягідних соків виготовляють желе: на одну частину соку беруть 0,9 частини цукру й уварюють до вмісту сухих речовин 65 – 70 %. Фасують гарячим.

### 8.3. Технологія консервування

#### 8.3.1. Підготовка сировини до консервування

Сировину для консервування інспектують, миють, калібрують, сортують, очищають, піддають тепловій обробці, фасують, затарюють, стерилізують, пастеризують і т. ін.

**Інспектування** полягає у видаленні тієї частини сировини, яка може негативно вплинути на якість готової продукції (підгнилих, механічно пошкоджених, деформованих, перезрілих чи недозрілих плодів тощо). Його проводять до і після миття, часто і після калібрування плодів на рухомому конвеєрі. Місце проведення інспекції повинно бути добре освітленим. Якщо під час інспекції плоди розділяють також за кольором і ступенем стиглості, процес називається сортуванням. Стрічкові або роликові конвеєри та лінії сортування рухаються із швидкістю 0,05 – 0,1 м/с.

Зелений горошок сортують за густиною в сольовому розчині: зерна з великою густиною тонуть, а з меншою – спливають на поверхню.

При використанні електронних сортувалок продукцію розділяють за відтінком кольору (помідори) і за масою (маслини).

Сортування продукції за розміром називається **калібруванням**. Калібрують або цілу, або різану сировину на ситах з круглими отворами, на довгому перфорованому циліндрі, що обертається (круглі отвори мають розмір, який збільшується від входу в циліндр до виходу), на стрічках з тросиків, відстань між якими регулюється, тощо. Продукцію калібрують для того, щоб мати однорідну сировину, що є необхідною умовою для

---

---

подальшого її механізованого очищення, різання, фарширування та підтримання теплового режиму.

Найчастіше використовують такі калібрувальні машини: барабанні (для картоплі, зеленого горошку та інших плодів округлої форми), тросові (для кісточкових, огірків, моркви), валкострічкові (для яблук, огірків, цибулі, помідорів), а також пластинчасто-скребкові.



**Рис. 37.** Загальний вигляд барабанної калібрувальної машини

У барабанної машини кількість отворів на барабані з певним розміром отворів дорівнює кількості фракцій відкаліброваної продукції.

У тросовій калібрувальній машині троси натягнуті на два горизонтальні барабани, відстань між якими за рухом продукції (до кінця) збільшується. Під тросами розміщені лотки, кількість яких відповідає кількості фракцій (їх зазвичай 4 – 6).

Валко-стрічковий калібрувач розділяє сировину на фракції ступінчастим валом, на який надходять плоди, і транспортує їх конвеєром з похилою стрічкою. На початку калібрування відстань між ступінчастим валом і поверхнею похилої стрічки мінімальна, а потім збільшується. Кількість ступенів на валу відповідає кількості фракцій. Переміщаючись на похилій стрічці та опираючись на ступінчастий вал, плоди рухаються до зазору між валом і стрічкою певного діаметра і провалюються у відповідний збірник.

У пластинчасто-скребковому калібрувачі сировина розділяється на фракції переміщенням по пластинах, які мають щілини, що поступово розширюються. Плоди переміщуються скребком, який прикріплений до двох тяглових ланцюгів.

*Миття сировини.* Продукцію мийть як до, так і після інспектування та калібрування, а за використання на останній стадії миття дезінфікувальних засобів, ще й споліскують. Для миття використовують чисту питну воду без запахів та наявності мікрофлори: якщо вода м'яка, то сировина її легше вбирає і втрачає свою міцність (ягоди розвалюються); якщо тверда, то шкірка плодів грубіє, що ускладнює їх стерилізацію, а під час уварювання сировини

---

---

в котлах утворюється багато накипу; якщо містить солі заліза, то в продукції світлого кольору вони викликають потемніння. Для миття 1 т сировини потрібно близько 5 т води. Якщо води недостатньо, то роблять її циркуляцію, попередньо продезінфікувавши (5 – 9 мг/л хлору). Таку воду використовують для очищення конвеєрів, елеваторів та іншого обладнання. Інколи концентрацію хлору доводять до 15 – 20 мг/л.

Для зниження кількості теплостійкої плісені на сировині застосовують змочувальні агенти – дециквям-дифецилдиметиламонію бромід з розрахунку 0,5 – 1 г на 1 л води. Тривалість перебування плодів у розчині – 30 с. Загалом під час миття міцних плодів тривалість перебування у воді – не більше 10 – 15 хв, оскільки з них у мийну воду переходять мікроелементи та водорозчинні вітаміни. Слід пам'ятати, що хлор і питна сода руйнують аскорбінову кислоту, тому нарізану продукцію у воді не залишають. Кісточки і плодоніжки в кісточкових, манго, ананасів видаляють наприкінці миття, щоб заглиблення, в якому збирається пил, повністю промилися. Плоди, на поверхні яких є грудочки ґрунту, перед миттям замочують у теплій воді.

Залежно від стійкості плодів проти механічної дії використовують різні машини для миття: лопатеві, вентиляторні, трясучі.

*Лопатеву машину* застосовують для миття коренеплодів, бульб, таро, маніоку. Робочими органами її є вал з лопатями, що розміщені гвинтоподібно, і сітчаста ванна, яка розділена на три відсіки й заповнена на 2/3 водою.

*Вентиляторна машина* має металевий каркас ванни, сітчастий або роликівий конвеєр, вентилятор і душовий пристрій для миття томатів, яблук.

*Мийно-трясуча машина* призначена для миття дрібних овочів, ягід, зеленого горошку та для охолодження продукції, яка пройшла теплову обробку. Основний її робочий орган – вібраційна рама, що здійснює зворотно-поступальний рух. На рамі встановлено решітне полотно, виготовлене з металевих прутків, розмічених перпендикулярно до руху продукції. Решітне полотно складається з ділянок, кут нахилу яких 3° у бік руху сировини, які чергуються з ділянками, що мають підйом від 6 до 15° до горизонту для повного відділення води, тобто решітне полотно має чотири зони: замочування, дворазового миття та споліскування. Кути нахилу решіт можна змінювати залежно від виду продукції та регулювати висоту падіння води в душовому пристрої.

Для миття фруктів часто використовують коливальні сита з отворами різного діаметра, на яких одночасно проводять калібрування. Сита періодично очищають від бруду. Фрукти за легкого підтрушування майже не травмуються.

*Очищення сировини.* Залежно від технологічного процесу продукція інколи потребує очищення. Нині застосовують механічне, хімічне та термічне очищення.

*Механічного очищення* потребують бульби й коренеплоди. Робочим органом такого очищення є або терочна поверхня (терочний диск), або абразивні елементи (карборунд + магнетит) з подальшим ручним доочищенням.



---

---

Картоплечистка КНА-600 має робочий орган, що складається з 20 валиків з абразивною поверхнею, встановлених упоперек руху сировини.

Кісточки й плодоніжки видаляють *машинами лінійного типу*. Машина для очищення вишень, черешень має гумові валки, які обертаються назустріч один одному. Відстань між ними менша за найменші розміри плодів, тому вони не провалюються, а плодоніжки захоплюються валками і відриваються.

Для очищення абрикос і персиків машина має робочий орган – пластинчасту чи гумову стрічку з гніздами. Стрічка рухається з інтервалами і, в момент зупинки, на гнізда з плодами опускаються пуансони, що виштовхують кісточки з плодів у піддони, з яких вони видаляються конвеєром.

Для видалення кісточок з дрібних плодів використовують кісточковибивну машину барабанного типу. Щоб видалити серцевини з яблук та розрізати їх на частинки, застосовують машину з різальним органом. Спочатку плоди потрапляють на орієнтувальні воронки, а потім на ножі (центральний трубчастий та дво- чи чотиріпелюсткові).

*Хімічне очищення* ґрунтується на властивості протопектину швидко розкладатися в розчині лугу, завдяки цьому зв'язки між клітинами порушуються і шкірка легко відокремлюється від м'якоти. Для очищення картоплі використовують 6–12 % розчин лугу температурою 90–95 °С (тривалість обробки 5–6 хв); помідорів – 15–20 % розчин каустичної соди з температурою 90–100 °С; батату – 10–15 % розчин лугу з температурою 92–95 °С; яблук – 8–10 %, груш – 3–5 %, айви – 5 %, персиків, фейхоа – 3 % розчин лугу з експозицією відповідно 5–6, 3–4 та 1,5–2 хв. Температура води для персиків та фейхоа має становити 100 °С, а для інших плодів – 80–90 °С. Після хімічного очищення плоди обов'язково споліскують гарячою водою (70–80 °С) для видалення лугу та інактивації оксидази.

*Теплового очищення* потребують томати, перець, таро, батат та ін. Для очищення помідорів використовують пару протягом 10 – 20 с або киплячу воду протягом 1 – 2 хв, після чого плоди легко очищають від шкірочки. Картоплю, перець і цибулю очищають обпалюванням у спеціальних газо- чи електропечах, що нагріті до температури вище 400 °С. Для очищення цибулі, перцю й картоплі експозиція відповідно становить 2 – 3, 1 – 2, 25 – 30 с.

### **8.3.2. Теплова обробка сировини**

Деякі види плодоовочевої сировини перед різанням і подрібненням потребують теплової обробки, яку проводять різними способами: у гарячій воді; водних розчинах солі, лугу, кислоти; гарячих рослинних чи тваринних жирах; парою. У результаті теплової обробки інактивуються ферменти, підвищується харчова цінність, поліпшуються органолептичні показники продукції, змінюються її структурно-механічні властивості (розм'якшуються тканини, збільшуються чи зменшуються об'єм і маса, збільшується проникність клітин).

Залежно від мети теплової обробки її здійснюють бланшуванням, розварюванням, підігріванням, обжарюванням, пасеруванням.

---

---

**Бланшування.** Цей термін походить від франц. бланшир – білити, мити, поливати окропом. Його здійснюють парою або киплячою водою. Основна мета бланшування – руйнування ферментів, збільшення проникності протоплазми клітин (що необхідно для варіння варення та поліпшення смаку), зменшення кількості мікрофлори, часткового видалення із сировини повітря, а з ним і кисню. Однак процес інактивації ферментів залежить від вмісту в плодах білків, для чого достатньо прогріти плоди до 70–75 °С. Інактивація ферментів впливає на колір продукту, що важливо для світлозабарвлених зерняткових плодів, у яких окислювальні ферменти викликають потемніння м'якоті під час їх очищення та різання. Інактивація ферментів краще відбувається у кислому середовищі (0,1 – 0,2 % розчині лимонної чи винної кислоти).

У дуже кислих фруктів (деяких сортів яблук) частина протопектину може перетворюватися на розчинний пектин і тоді плоди дуже розварюються. Для запобігання цьому плоди бланшують у 35 % розчині цукрового сиропу температурою 80 – 90 °С протягом 4 – 5 хв. Потім сироп використовують для приготування заливки. Вода для бланшування повинна мати нормальну твердість і не містити хлору. Для бланшування зеленого горошку потрібна м'яка вода. Режими обробки різних плодів неоднакові. Наприклад, плоди з ніжною шкіркою бланшують за температури 80 °С, яблука – 80–95 °С з експозицією 2 – 3 хв, огірки, персики – 1 – 2 хв, айву, груші – 10 – 15 хв.

Бланшуванням коренеплодів столових буряків досягають розм'якшення тканин та збереження їх кольору. Буряки бланшують водяною парою в автоклаві за температури 120 °С або в безперервнодіючих ошпарювачах протягом 15 – 20 хв. Після обробки буряків шкірочка легко відокремлюється, під час різання поверхня зрізу рівна, шматочки зберігають свою форму.

Забарвлення зелених, білих і червоно-фіолетових овочів змінюється, оскільки відбувається взаємодія хлорофілу з органічними кислотами або солями кислот, які є в клітинному соку, з утворенням фосфофітину, що призводить до побуріння. Зелені овочі краще бланшувати твердою водою, тому що її солі (кальцію і магнію) нейтралізують частину органічних кислот клітинного соку. Бланшуванням цвітної капусти досягають її відбілювання завдяки руйнуванню барвників жовтуватого та зеленуватого кольору.

Розм'якшують сировину бланшуванням для того, щоб полегшити подальші операції, щільніше вкласти продукцію в тару. Сировина розм'якшується внаслідок гідролізу протопектину, який сприяє одержанню желеподібної консистенції. Ступінь розм'якшення залежить також від вмісту в плодах органічних кислот: що їх більше, то менше часу потрібно для розм'якшення тканин.

У бланшованих огірків після видалення з тканини повітря відбувається ущільнення, що сприяє кращому вкладанню їх у тару. Крім того, огірки набувають хрусткої консистенції.

Деякі об'єкти консервування від бланшування збільшуються у 2 – 2,5 рази (квасоля, горох, рис, перлова крупа, соєві боби).

Бланшуванням баклажанів у 1,5–2 % розчині їдкою натру видаляють з них гіркоту. Нестійкі сірчисті сполуки біло- та червоноголової капусти видаляють за 1–2 хв киплячою водою, а з суцвіть цвітної капусти – за 2–3 хв, глікозиди із стебел спаржі – 2 % киплячим розчином кухонної солі за 1–2 хв.

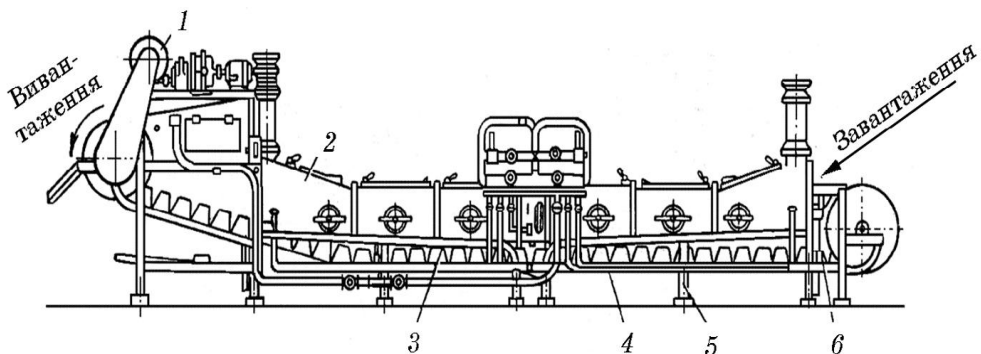
Проникність клітинної оболонки фруктів та овочів, з яких виготовляють компоти, варення, джеми, соки, збільшують, бланшуючи плоди в цукровому сиропі: сливи – у 25 %, яблука – у 35 %. Щоб збільшити вихід соку із слив, малини, смородини, агрусу, їх бланшують водою або парою температурою 85 °С, використовуючи бланшувальну воду кілька разів. Потім цю воду використовують для виготовлення сиропу. Бланшування швидко проводять на стрічкових конвеєрах. Недобланшовані плоди спричинюють до бомбажу, перебланшовані – розварюються. Щоб запобігти розварюваності, після бланшування продукцію зразу охолоджують.

Для бланшування використовують машини періодичної і безперервної дії: бланшувачі, ошпарювачі, підігрівачі. Для їх роботи використовують атмосферний тиск або вакуум.

У бланшувачів періодичної дії робочим органом є двостінний котел, між стінками якого під тиском подається пара. Всередину котла заливають бланшувальну воду чи розчин, куди занурюють на певний час плоди або овочі в сітках.

Для обробки плодів солодкого перцю, картоплі, яблук найчастіше використовують парові стрічкові бланшувачі, а зеленого горошку, моркви, картоплі – ковшові (ванна з ковшовою стрічкою). Над і під нею розміщені барботери, по яких подається пара (рис. 38). Зверху ванна накрита знімними кришками.

Бланшувачі типу БКП використовують для бланшування різаної продукції парою. Продукцію конвеєром подають у камеру одночасно з парою. Напередодні та після бланшування її споліскують водою з душових пристроїв. Тривалість бланшування регулюють кількістю обертів барабана за 1 хв.



**Рис. 38. Бланшувач ковшовий БК:**

1 – привід; 2 – тунель; 3 – водопровід; 4 – паропровід;  
5 – каркас; 6 – ковшовий конвеєр

---

---

Бланшувачі карусельного шнекового типу випускають з горизонтальним шнеком для бланшування водою чи з вертикальним або похилим шнеком – для бланшування парою. Пара подається пустотілим шнеком.

Для зруйнування структури тканин і полегшення протирання плодово-овочевої сировини під час виготовлення пюре, соків з м'якоттю, повидла, консервів для дитячого харчування її розварюють за допомогою ошпарювачів різних типів.

Шнекові ошпарювачі використовують для розварювання кісточкових і зерняткових плодів. Недоліком їх є розрідження продукту внаслідок змішування з конденсатом.

Підігріванням чи прогріванням продукту забезпечують: 1) видалення повітря; 2) інактивацію ферментів; розм'якшення тканин і полегшення видалення неістівних частин сировини (шкірки, насіння) під час виробництва томатопродуктів; 3) збереження пектину в продукті, оскільки без підігрівання значна частина його видаляється зі шкіркою під час протирання (пектин у продукції поліпшує її вигляд, надаючи однорідності та запобігаючи розшаруванню); 4) поліпшення санітарного стану сировини (протерту масу перед уварюванням нагрівають до 125 °С і витримують близько 30 с, а потім охолоджують до 75 – 80 °С); 5) підігрівання соків, соусів та іншої продукції під час стерилізації способом гарячого розливання.

Серед підігрівачів безперервної дії найпоширеніші одно- і двотрубні, спіральні та пластинчасті.

*Стерилізація* передбачає повне знищення в продукції високою температурою всіх видів живої мікрофлори. Ще в 60-х роках XIX ст. французький учений Луї Пастер науково обґрунтував технологію консервування і вказав на життєдіяльність мікрофлори як причину псування харчових продуктів.

Стерилізація в автоклаві дає змогу вести процес за температури близько 120 °С і тиску понад 100 кПа, внаслідок чого спори гинуть.

Тривалість стерилізації залежить від виду продукту, місткості тари в яку вона вміщена. Цілі плоди, пюреподібні та густі продукти повільніше нагріваються, ніж рідкі. Для кожного виду консервованої продукції розроблено режими обробки, які виражаються формулою:

$$P = \frac{a - b - v}{t} P,$$

де *a* – тривалість, за яку продукт слід довести до температури стерилізації чи пастеризації;

*b* – тривалість стерилізації чи пастеризації;

*v* – тривалість охолодження продукту до 35 – 40 °С;

*P* – протитиск;

*t* – температура стерилізації чи пастеризації.

---

---

Автоклав (рис. 39) – це місткість, у яку в металевих сітках опускають герметично укуповрену в тару продукцію. Знизу автоклава подається пара круговим барботером і зливається вода. Затаровану продукцію опускають у воду, нагріту до температури не вище різниці між температурою продукту і води на 10 – 12 °С. У верхній кришці автоклава встановлено кран для продування – видалення повітря, термометр і манометр. Після розміщення банок в автоклаві кришку його закривають, паром доводять тиск до потрібного рівня і підтримують як в період його нагрівання (стерилізації), так і охолодження продукції.



Рис. 39. Загальний вигляд автоклава

Стерилізацію у відкритих ваннах проводять за температури 100 °С і тиску 100 кПа. У гірській місцевості на кожні 150 м висоти температура кипіння зменшується на 0,5 °С, тому тривалість стерилізації збільшується.

**Обжарювання і пасерування.** Обжарювання – надання певних смакових якостей овочам тепловою обробкою у жирі за зменшення маси більш ніж на 30 %, а пасерування – обжарювання овочів у жирах за зменшення маси менш ніж на 30 %.

Для обжарювання чи пасерування використовують *обжарювальні печі* або плити Крапивіна. Тваринний жир чи олія в процесі обжарювання виконують роль як складових рецептури, так і теплоносія. Тривалість обжарювання (в кожному випадку визначають дослідно) залежить від виду овочів, ступеня їх подрібнення, температури активного шару жиру і становить 5 – 16 хв. Для обжарювання застосовують *рафіновані рослинні олії чи тваринні жири*. Останні повинні мати певні температуру плавлення і тверднення, коефіцієнт заломлення, в'язкість, густину, йодне і кислотне число, число омилення та органолептичні показники.

Закінчення обжарювання визначають за станом верхнього шару шматочків продукції, який повинен перетворитись на золотисту шкірочку із спе-

---

---

цифічними смаком та запахом (це відбувається тоді, коли температура його вища 100 °С). За порушення режиму, зокрема за надто високої температури, якість продукту погіршується (підгорання верхньої шкірочки, тоді як внутрішні частини продукції залишаються сирими). За низької температури процеси випаровування й дифузії врівноважуються, шкірочка не утворюється, а внутрішні шари стають пухкими й перевареними. Тому для обжарювання баклажанів потрібна температура 135–140 °С; кабачків – 125–135; коренеплодів – 120 – 125; цибулі – 140 °С. Для обжарювання використовують лише рафіновану олію, йодне число якої 101 – 116. Найрівномірніше обжарюють овочі, коли вони повністю занурені в олію.

В автоматичних парово-олійних печах (АПП-1, М-8) теплоносієм є водяна пара. Технологічний процес включає заповнення ванни водою, а нагрівальної камери – олією. Олію попередньо прожарюють упродовж однієї години для видалення води, оскільки вона з повітряними бульбашками утворює стійку піну. Після розігрівання олії овочі, завантажені в сітки, розміщують у печі для піджарювання.

У процесі обжарювання змінюється якість олії: внаслідок гідролізу жиру збільшується кислотне число, утворюються вільні жирні кислоти – олеїнова, пальмітинова та гліцерин, який надає олії гіркоти. У свою чергу, гліцерин розкладається на речовини, однією з яких є акролеїн, що легко звітряється, викликаючи сльозовиділення. З утворенням альдокислот та кетонів посилюється згіркнення олії. Для визначення моменту заміни олії враховують кілька показників: кислотне число, яке для свіжої олії дорівнює 0,4; нормальним під час обжарювання вважається ще число 3, а за 4,5 – її замінують. Змішувати стару олію зі свіжою не рекомендовано. Існує коефіцієнт змінюваності олії: відношення добової витрати олії до кількості, що залишилася в печі. Він повинен бути не нижче 1,2 (що він вищий, то якість продукції краща).

У печах безперервної дії овочі подають у піч конвеєром “гусяча шия”. Воду у водяній оболонці змінюють 1 – 2 рази за добу, температура якої у верхніх шарах не повинна перевищувати 60 °С. На обжарювання витрачається 7 – 27 % олії, а на угар з водою та з сітками – 1 %.

### **8.3.3. Характеристика процесів подрібнення сировини**

Деякі види переробки потребують подрібнення продукції, наприклад, капусту шаткують, яблука ріжуть на частинки або кружечки. Причому для кожного виду продукції повинен бути певний розмір частинок, бажано однаковий, що важливо для процесу теплової обробки, використання відповідної концентрації розчину та зовнішнього вигляду готової продукції.

Для подрібнення використовують машини, основою роботи яких є прикладання зовнішніх сил для подолання міцності клітин. У цих машинах закладено різні принципи прикладання сили: удару, роздавлювання, розколювання, витирання. Наприклад, у різальних машинах – це рубка та

---

---

ковзаюча різка. За допомогою різальних машин можна отримати шматочки правильної форми. На сировину діє *розривна, стискаюча та згинаюча сили*.

Залежно від виду сировини ефективність сил прикладання різна. Так, для подрібнення *твердих плодів* найефективнішою є *сила удару* (крім удару для їх подрібнення застосовують розколювання), для в'язких тіл – витирання. Після сильного подрібнення утворюються шматочки неправильної форми, а після дрібного – округлі.

Технологічний результат роботи оцінюють за трьома показниками: однаковістю, певними розмірами та формою частинок. Наявність дуже малих частинок небажана, оскільки під час пресування (виготовлення соків) вони забивають фільтри.

*Для подрібнення винограду, кісточкових, інколи томатів використовують вальцьові (з рифленими вальцями) дробарки ВГД.* Різні щільність нарізування та швидкість обертання вальців дають потрібний ефект під час подрібнення. Ці дробарки, залежно від виду перероблюваної продукції, агрегатуються з певним набором машин. Так, на подрібненні томатів за валковим станком встановлена барабанна установка, на якій виділяють сік та насіння, а м'якоть подається на ножову дробарку. Цей агрегат називається дробаркою-насінневідділювачем. Ножову дробарку зроблено у вигляді барабана з ножами, всередині якого обертається багатолопатевий ротор, що відкидає м'якоть на ножі барабана, після чого вона виводиться через отвори в барабані. У результаті подрібнення одержують частинки від 1 до 7 мм, серед яких до 50 % мають розмір 3 – 5 мм і приблизно по 25 % – розмір 1 – 2 та 5 – 7 мм.

Під час виготовлення яблучного соку найкращий вихід його тоді, коли розмір частинок подрібнених яблук 3 – 5 мм. Структура м'якоті яблук така, що піддається різанню, тому основний робочий орган машин КДП – ножі, змонтовані у вісім рядів на зовнішній частині барабана з лезами завдовжки від 0,5 до 5 мм. Уздовж барабана встановлено чотири притискні колодки. Зазор між зубами-ножами та колодками становить від 0,5 до 20 мм залежно від розміру частинок продукції.

Для одержання продукції у вигляді брусочків використовують комбіновані овочерізальні машини типу "Ритм", які плоскими ножами зрізають пластинку, а дисковими – ріжуть на брусочки.

*Тонке подрібнення, або гомогенізація, необхідне у виробництві пюре, соків з м'якоттю.* Тому після грубого подрібнення на подрібнювачах маса надходить на гомогенізатори чи дезінтегратори (колоїдні млини). Принцип роботи плунжерного гомогенізатора полягає у продавлюванні маси, що подається насосом через гомогенізуючу головку, під тиском 15–20 МПа із швидкістю 150–200 м/с. Плунжерні гомогенізатори випускають продуктивністю 1200, 1000 та 5000 л/год.

У процесі переробки яблук використовують молоткові дробарки. За допомогою шнека плоди подають до вертикально чи горизонтально розміщеного ротора, на якому знаходяться рухомо (чи нерухомо) закріплені

---

---

молотки. Ротор встановлено в сітчастому циліндрі. Залежно від потреби розмір отворів у ситі змінюють від 1 до 12 мм.

Для подрібнення винограду з одночасним відокремленням ягід від гребенів використовують відцентрову дробарку, що працює за принципом молотарок. Недоліком таких дробарок є велика аерація подрібненого продукту. У ножових дробарках робочим органом є диск (розмір часточок визначається висотою кромки над поверхнею диска) або барабан з отворами та ріжучими кромками.

Для одержання фруктовано-ягідної чи овочевої маси з дуже високим ступенем дисперсності використовують дезінтегратори, в яких між дисковим ротором та нерухомим статором (корпусом) є зазор 0,05 мм, через який проходить маса. Тут створюється вихровий потік і частинки, що обертаються, відцентровими силами розриваються на дрібніші. У колоїдного млина чеської фірми “Пробст” частота обертів ротора становить 2800 об/хв (хв<sup>-1</sup>). На верхній ротора є кільцеві прорізи – на вході більші, на виході – менші. Подрібнена маса проходить через гомогенізуючу головку, після чого розбризкується ротором. Тут діють зразу три сили: удару, тертя та коливання – під час переміщення продукту по кільцевому зазору різного діаметра частота коливань досягає 18,6 МГц, наближаючись до ультразвукового бар’єра. Продуктивність установки – 2,4 – 12 т/год.

**Протирання** – одержання продукту з тонкоподрібненою м’якоттю. Протиральна машина має вал з билами, який, обертаючись, притискає продукт до сітчастого барабана. Завдяки трохи більшому куту (на 1,5 – 2°) розміщення бил, ніж валу, відносно сітчастого барабана, продукт рухається по гвинтовій лінії від завантажувального до вивантажувального вікна. Регулюванням кута можна змінити тривалість перебування продукту в машині, а зміною сітчастого барабана машину можна використовувати для протирання різної сировини. Так, якщо на машині обробляють кісточкові плоди, в яких потрібно видалити кісточку, то діаметр отворів у барабані становить 3 – 8 мм.

Для виробництва тонкоподрібнених пюре чи соків з м’якоттю використовують одно-, дво- й триступеневі машини відповідно з діаметром отворів барабана 1,2, 0,8, 0,4 мм та загальною площею отворів у барабанах 23, 17, 12 %.

На лініях переробки томатів встановлено насінневідділювач, у барабані якого вічка діаметром 1,25 мм за загальної їх площі 23 %. Частота обертання вала з билами в протиральних машинах становить 250–300 хв<sup>-1</sup>, а у швидкохідних – 1500 хв<sup>-1</sup>. Відходи під час протирання досягають 3,8–6 %, із вмістом води – до 65 %. Для полегшення протирання томатів та зменшення відходів їх попередньо нагрівають до 75 – 90 °С.



---

---

### 8.3.4. Характеристика окремих процесів виробництва соку

На якість стерилізації впливають насамперед такі фактори: 1) зрілість сировини; 2) дотримання режиму консервування та зберігання готової продукції; 3) кислотність продукту (що вона вища, то температура стерилізації нижча); 4) тривалість стерилізації (залежить від консистенції продукту – пореподібні продукти чи цілі плоди прогріваються повільніше); місткість тари. Підвищувати чи знижувати температуру продукції під час стерилізації потрібно поступово і за обов'язкового підтримання протитиску. Нині вкористовують прилади автоматичного регулювання температури й тиску під час стерилізації. Після стерилізації продукцію вивантажують для інспектування, а потім відправляють на зберігання, наклеюють на банки етикетки.

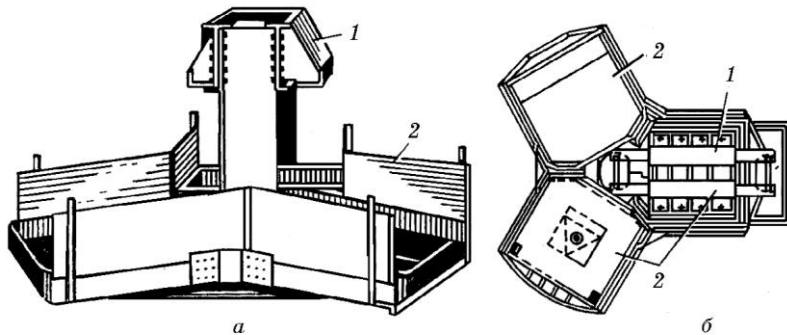
Технологія виробництва консервів способом теплової стерилізації вимагає ретельної обробки сировини (вибору сорту, плодів необхідної зрілості, калібрування, сортування, миття, а якщо потрібно – різання, очищення, бланшування, підготовки тари та додержання вимог до проведення кожної операції).

Основним способом консервування плодоовочевої продукції є тепла стерилізація. Стерилізацією знищується мікрофлора, припиняються біохімічні процеси, а герметичне закупорювання забезпечує збереження продукту. Однак за теплової стерилізації продукту відбуваються коагуляція протоплазми та реакції між компонентами клітинного соку; в результаті чого змінюються колір, смак, аромат; окислюється аскорбінова кислота; дисахариди перетворюються на моносахариди; відбувається гідроліз протопектину, внаслідок чого розм'якшуються тканини, окислюються поліфенольні речовини. Застосування сучасних технологій дає змогу звести до мінімуму втрати вітамінів С та Р під час стерилізації.

*Віджимання соків.* Найпоширенішим способом віджимання соків є пресування, за якого одночасно відбувається фільтрування. Найчастіше використовують пакетні гідравлічні преси періодичної дії з горизонтально чи вертикально розміщеними пакетами (рис. 39). Пак-прес складається з каруселі з трьома платформами, гідравлічної системи та сокозбірника. На одній з трьох платформ формують пакети, для чого кладуть дренажну решітку, а на неї – фільтрувальну тканину (серветку), на яку накладають стільки мезги, щоб шар, що пресується, становив 3 – 4 см. Краї серветки загортають, потім кладуть дренажну решітку і на неї – серветку з мезгою. Загальна кількість таких шарів визначається відстанню від нижньої платформи до пресуючої головки преса, що становитиме в цілому пакет. Після формування пакетів карусель повертається на 120° і пакет подають до пресувального пристрою, а відпресований пакет – на розвантажувальну платформу. Пресування здійснюється гідравлічною системою, яка розвиває тиск 16 МПа. Сік з піддона преса збігає у сокозбірник, а суха мезга видаляється шнековим чи стрічковим конвеєром. Вихід соку – 65 – 70 %.

Горизонтальні кошикові преси швейцарської фірми “Бухер” з пресувальним поршнем складаються з суцільного циліндра (кошика),

закритого з обох боків дисками, один з яких приводиться в дію гідравлічною системою. Всередині кошика між дисками є дренажна система у вигляді лоткоподібних гумових тросів, обтягнутих фільтрувальною тканиною. М'язга подається всередину кошика і заповнює простір між дисками, а потім рухомий диск рухається всередину, створюючи тиск на мезгу. Сік проходить крізь фільтрувальну тканину і по лотках троса витікає з преса. Вижимки видаляються шнеком, що розміщений під пресом. Після першого періоду пресування рухомий диск висувається з кошика, а троси, випрямляючись, розпушують вижимку. Кожна партія вижимки пресується 4 – 5 разів.



**Рис. 39. Гідравлічний пак-прес РОК-200с:**

*а – загальний вигляд; б – вигляд зверху; 1 – станина (рама); 2 – платформа*

У поточних лініях для переробки фруктів та ягід використовують преси безперервної дії, а для стікання соку – шнековий апарат, причому потрібно щоб стікання соку відбувалося з мінімальною аерацією та максимальною чистотою. Для стікання соку використовують також барабанні та ротаційні стрічкові апарати.

Кращий сокоматеріал одержують на стрічкових пресах, що складаються з рухомих стрічок, відстань між якими поступово зменшується. Вони бувають з вертикально (прес фірми “Вільмес”) та горизонтально (ПГ-2 або прес-шнек, ФРН) розміщеними стрічками.

Вихід соку залежить не тільки від марки преса, а й від ступеня подрібненості сировини та способів підготовки матеріалу.

**Очищення соків.** Існують такі способи очищення соків: відстоювання, центрифугування, фільтрація, флотажія. Очищення соку *відстоюванням*, або *седиментацією*, потребує багато часу. Найпоширенішим способом очищення соку є *центрифугування*, яке буває кількох видів: 1) осаджувальне (камерне, тонкошарове сепарування) та надцентрифугування; 2) відцентрове. Сепаратори за призначенням та ознаками поділяють на кілька груп: 1) за технологічною ознакою – класифікатори (освітлювачі), пурифікатори (очищувачі) та концентратори; 2) за типом барабана – тарілкові та багатокамерні з циліндричним ротором.

---

---

За способом устаткування сепаратори бувають відкритого, напівзакритого та закритого типів. У консервній промисловості використовують переважно два останніх типи сепараторів, в яких обмежено доступ кисню до сокоматеріалів. Сепаратор Г9-КОВ належить до напівзакритого типу з періодичним вивантаженням осаду.

Процес *фільтрації* ґрунтується на затриманні твердих частинок пористою перегородкою. Фільтрацію можна проводити за двох режимів: з постійною швидкістю та з постійним тиском (використовують на виробництві). Тиск створюється насосом. Для проціджування свіжовіджатого соку використовують апарат КС-12, який має сито із нержавіючої сталі.

Освітлені соки одержують на камерних та рамних фільтр-пресах. Рамний фільтр-прес складається з плит та рам, між якими стискується сокоматеріал, та насосом подається у рамний простір. Використовують для переробки сокоматеріалу з великою кількістю твердих частинок. Камерні фільтр-преси складаються з фільтрувальних плит, до яких притискаються картонні фільтри, крізь які фільтрується сокоматеріал, попередньо очищений відстоюванням чи центрифугуванням (картон марки Т виготовляють із суміші сульфітної целюлози з хризатилітовим азбестом у вигляді листів розміром 800×800 та 610×820 мм).

Для фільтрації сиропів і заливок використовують фільтр-діагональ, капронову чи шовкову тканину, а на деяких підприємствах – наливні фільтри, зокрема барабанний вакуум-фільтр. В останнього є барабан, який на 1/3 занурений у матеріал, що фільтрується. Барабан фільтра складається з двох циліндрів – внутрішнього суцільного та зовнішнього перфорованого. Порожнина між циліндрами розділена на сегменти, які зовні накриті двома фільтрувальними полотнами (зовні – з великими отворами, всередині – з малими). Сокматеріал засмоктується насосом через барабан з фільтрами. Крім того, перед початком роботи на фільтр наносять протягом 1 год суспензію кізельгуру (фільтрувального матеріалу). Фільтр з кізельгуром працює 15 год за частоти обертів барабана 20 хв, товщині шару 8 см та шару, який щоразу зрізують разом з осадженими частинками 0,2 мм. Промислові барабанні вакуум-фільтри випускають з поверхнею фільтрації 5, 10, 20 та 40 м<sup>2</sup>. Щоб соки були прозорими, застосовують ультрафільтрацію крізь ацетатцелюлозні мембрани або мінеральні фільтри. Діаметр пор у фільтрувальних елементах 200 – 800 мкм. Фільтрація здійснюється під тиском 500 – 600 кПа.

Для одержання прозорих готових соків під час центрифугування, фільтрації, осадження їх *оклеюють* желатиною чи мінеральними речовинами. Найчастіше використовують бентоніт – порошок світло-сірого кольору, 80 % якого становить колоїдна фракція. Бентоніт має здатність набухати, завдяки чому адсорбційна поверхня його збільшується. Так, 1 г бентоніту після набухання вбирає 40 г води. Катіони бентоніту адсорбують білкові та пектинові речовини, ферменти, прості і складні білки (якщо рН соку нижче рН білка), завислі частинки соку, що мають заряд. Обробка бентонітом включає три процеси – адсорбцію, коагуляцію та седиментацію. Адсорбція

---

---

відбувається миттєво, особливо під час перемішування, а коагуляція – тоді, коли бентоніт знаходиться в колоїдному стані.

Перед використанням розмелений на колоїдних машинах бентоніт заливають чотирикратною кількістю води. Суміш нагрівають до 70–75 °С і залишають на добу для набухання, потім перемішують і готують 5–10 % суспензію, яку проціджують крізь металеву сітку з отворами 3 мм. На освітлення яблучного та виноградного сокоматеріалів (сусла) витрачають 0,5–1 г/л бентоніту.

Оклеювання желатином (чи рибним клеєм, агар-агаром, яечним білком) ґрунтується на нейтралізації введеними позитивно зарядженими білковими частинками від'ємно заряджених завислих (суспендованих) частинок соку. Крім того, відбувається хімічна взаємодія за участю дубильної кислоти. Утворена за адсорбції сполука на своїй поверхні адсорбує інші високомолекулярні колоїди, зокрема барвники та дубильні речовини, а також важкорозчинні сполуки, що викликають утворення каламуті, наприклад, солі кальцію та заліза. Желатин може зв'язуватись також з високомолекулярним пектином при його додаванні в сік разом з ферментним препаратом за наступної витримки соку. Желатин добавляють у сік у вигляді 1 %-го водного розчину. Перед остаточним визначенням необхідної концентрації роблять дослідне (пробне) оклеювання. Найкраще використовувати желатин марки А, який одержують кислотним гідролізом. Процес освітлення найкраще відбувається за температури соку 10 – 15 °С. Під час оклеювання соку желатином на 1 т витрачається 100 г таніну та 200 г желатину.

*Сік з недозрілих яблук*, в якому міститься до 2 % крохмалю, *освітлюється погано*. Тому застосовують ферментний гідроліз амілозами, що активно діють за рН = 4,5 – 5 у нагрітому до 58,6 °С соку, в якому крохмаль клейстеризується. Кінець гідролізу крохмалю встановлюють дією 0,1 н. розчину йоду (зникнення синьо-фіолетового забарвлення).

Обробка пектолітичними ферментами здійснюється періодичним додаванням 5–10 % розчину під час наповнення резервуара соком. За температури 20 °С процес освітлення закінчується за 3–4 год, а за температури 50–55 °С – за 1 год.

Яблучний сік освітлюють комбінованою обробкою ферменту і розчину желатину. З цією метою 1 %-й розчин желатину наливають у сік через 30–40 хв після добавлення ферментного препарату і ретельно перемішують. Після витримання сік центрифугують та фільтрують.

Для організації безперервного виробництва соку використовують теплообмінник, змішувач, резервуари та центрифуги. Освітлення проводять за 20–30 хв швидким підігріванням до температури 75–80 °С, за якої денатурують білки з наступним охолодженням до 20–40 °С. Це здійснюється в двох послідовних теплообмінниках. Денатуровані (скоагульовані) частинки потім відокремлюють центрифугуванням.

Під час зберігання навіть в освітлених соках може утворюватися каламуть внаслідок збільшення частинок колоїдного ступеня дисперсності. Основною причиною його є окислювальна дія розчиненого в соку кисню на

---

---

його хімічні компоненти – дубильні, пектинові, білкові, барвники. Крім того, можлива окислювальна післядія, тобто під час подрібнення сік окислюється, утворюючи пероксиди, які пізніше окислюють інші компоненти. Тривалість зберігання, в процесі якого соки мутніють, ще не визначена, оскільки це залежить від багатьох факторів (якості сировини, технологічного процесу).

*Деаерацію* соків проводять в установці, що складається з приймального бачка, обладнаного поплавком та клапаном деаератора, всередині якого знаходиться циліндр з перфорованих листків. Сік розбризкується форсункою, а створений у циліндрі вакуум сприяє видаленню кисню. Процес відбувається за температури до 35 °С і вакуумі 93 – 97 кПа.

Для виготовлення напоїв використовують концентровані соки.

*Концентрування* рідких та пореподібних продуктів відбувається за допомогою випарювання, виморожування або зворотним осмосом.

***Концентрування випарюванням*** – це видалення води під час кипіння продукту. В процесі випарювання змінюється фізико-хімічний склад продукту: збільшуються щільність та в'язкість, відбуваються коагуляція білків, гідроліз складних сполук, реакції меланоїдиноутворення та карамелізації, – тобто властивості продукту весь час змінюються. Тому *вибір режиму випарювання* є важливим у технологічному процесі концентрування продуктів.

Процес випарювання потрібно провести так, щоб повністю зберегти цінні компоненти продукту та його органолептичні показники, що досягається *низькими температурами кипіння* та скороченням процесу. Для нагрівання маси найчастіше використовують пару під низьким тиском, яку подають під вакуумом у випарний апарат (одно- чи багатокорпусної установки). Установка складається із збірника, насоса, яким подається сік у підігрівач, а з нього у випарний апарат. Пара подається в простір підігрівача і випарного апарата. Вторинна пара (від кипіння соку) разом з повітрям спрямовується спочатку в краплевловлювач, а потім у конденсатор, де конденсується, а повітря відкачується вакуум-насосом. Згущений до певної концентрації розчин відкачується у збірник готового продукту. В багатокорпусних випарних установках для обігрівання другого та наступних корпусів використовують вторинну (сокову) пару.

У деяких установках застосовується зустрічний взаємний рух розчину, який упарюється, і пари. Розчин надходить в останній корпус і в концентрованому вигляді виходить з першого. Із корпуса в корпус сік перекачується насосами. Якість концентрату за хімічними показниками характеризується вмістом у ньому 5-гідроксиметилфурфуролу (5-ОМФ). В натуральному, доброї якості соку 5-ОМФ відсутній. Максимально допустима кількість 5-ОМФ – 5 мг/л.

Для концентрування термолабільних ягідних і цитрусових соків розроблено низькотемпературний випарний апарат з двома випарювачами (фірма “Єдінство”, Югославія). Випарювання та конденсація досягаються за допомогою циркулюючого аміаку в рідкому та газоподібному стані. Безперервного та високоякісного випарювання, особливо цитрусових соків,

---

---

можна добитись у пластинчастих випарних апаратах. На випарному радіально-проточному апараті з нерухомим пакетом та з пакетом, що обертається, можна досягти 85 % концентрації сухих речовин.

*Концентрування ароматичних речовин здійснюють відразу після процесу пресування відгонкою ароматичних речовин та подальшою абсорбцією, екстрагуванням чи перегонкою. Ці операції відбуваються в одній установці. У деяких соків (яблучний, томатний) під час нагрівання органолептичні показники не змінюються, а в інших (ягідні, цитрусові, ананасовий) – значно змінюються колір, смак, аромат.*

Соки – багатокомпонентні системи. Під час випаровування разом з парою виділяються ароматичні речовини, що збіднює продукт, тому ці речовини вловлюють. Установки працюють або під тиском, або під вакуумом. Технологічний процес починається з надходження соку у випарувач, потім у сепаратор, де продукт розділяється на дві фракції: пароподібну та рідку. Остання подається на іншу установку для концентрування, а пара з ароматичними речовинами надходить у ректифікаційну колонку, де конденсуються пара та ароматичні речовини. Останні утворюють продукт – *флегму*, одна частина якої ще раз повертається у ректифікаційну колонку, а друга, з певною концентрацією ароматичних речовин, відбирається як готовий продукт та охолоджується до 0–5 °С.

*Концентрування виморожуванням ґрунтується на перетворенні води в кристалічний стан з подальшим відокремленням кристалів від концентрованого розчину, в якому містяться ароматичні речовини, завдяки низькій температурі їх замерзання. Максимальна концентрація сухих речовин залежить від температури замерзання. Найменші втрати бувають за концентрування соку до 40–55 % вмісту сухих речовин. В установках для виморожування використовується принцип побічного непрямого контакту. Вони складаються з кристалізаторів, системи відокремлення концентрату від кристалів і тепловоду. Концентрат відокремлюється від кристалів на центрифугах, пресах або у промивних колонках. Процес виморожування буває періодичним або безперервним. Його застосовують переважно у виробництві апельсинового соку у зв'язку з термочутливістю останнього.*

*Концентрування зворотним осмосом здійснюється за допомогою селективних мембран, які пропускають тільки воду та низькомолекулярні сполуки (молекулярна маса до 500). Якщо мембрана пропускає молекули більшого розміру, то процес називається ультрафільтрацією. Осмотичний тиск соків високий, тому зворотний осмос проводять ще за вищого тиску. Так, якщо осмотичний тиск плодкових соків із вмістом сухих речовин 10 – 12 % становить 1,4 – 1,6 МПа, то яблучного концентрату із вмістом 40 % сухих речовин – 9 МПа. Пектинові речовини не тільки підвищують осмотичний тиск, а й обмежують розділювальну здатність мембран, тому соки перед концентруванням обов'язково освітлюють. Цим способом рекомендовано концентрувати також соки, в яких вміст сухих речовин не перевищує 25 %.*

---

---

### 8.3.5. Тара і підготовка її до консервування

**Скляну тару** (банки, пляшки) випускають місткістю від 0,2 до 10 л. Банки мають бути прозорими. Способи закупорювання їх різні, але найпоширеніший *спосіб СКО* (скляна, консервна, обтискна) – це закупорювання жерстяними лакованими кришками з гумовими кільцями для ущільнення. Цей спосіб закупорювання надійний, однак продуктивність закатувальних машин низька.

**Спосіб закупорювання СКН** (скляна, консервна, натискна) поєднується із створенням вакууму, внаслідок чого гумове кільце затискається між кришкою та банкою.

**Спосіб СКГ** (скляна, консервна, гвинтова) передбачає наявність гвинтоподібних виступів на банці та гвинтоподібних канавок на кришці. Використовують для закриття консервів, які стерилізуються за температури до 100 °С.

**Дерев'яна і картонна тара.** Для виготовлення бочок місткістю 50 – 100 л найкращими є осикові, липові, букові та чинарові дошки. У бочки фасують повидло, варення, пюре, джеми, томатну пасту, сульфитовані плоди та ягоди, солоні й квашені овочі. Бочки мають шпунтовий отвір. Вони повинні бути відремонтованими, замоченими, продезінфікованими. Бочки замочують у воді на 10 – 20 діб, змінюючи воду 5 – 6 разів. Потім їх ошпарюють окропом чи парою і обробляють лугом, кальцинованою або каустичною содою.

Для герметичності під час фасування в сухотарну бочку вкладають поліетиленовий мішок з плівки завтовшки 0,2 мм. Фанерні барабани виготовляють з тришарової березової, осикової або соснової фанери, в які перед фасуванням вкладають також поліетиленові мішки.

Дерев'яні ящики роблять тесовими (для транспортування продукції) та фанерними (для фасування мармеладу, повидла, цукатів, сушених овочів, плодів, халви та ін.). Ящики виготовляють суцільними для транспортування консервів на великі відстані та решітчастими – для перевезення порожньої тари. Консерви й сушену продукцію пакують у картонну тару з гофрованого або щільного картону. Для замороженої продукції використовують коробки з водостійкого картону, просякненого парафіном, інколи – паперові мішки, виготовлені з багат шарового паперу *крафт-мішки*.

**Металеву тару** виготовляють переважно з білої, хромованої чи алюмінованої жерсті, а також алюмінієвих та алюмінієво-магнієвих сплавів. Використовують її для фасування соків, томатопродуктів, джему, меду та ін.

Розміри банок регламентують стандартом та позначають номерами. На банках не повинно бути зморщок і тріщин, а внутрішнє лакове покриття банок та кришок має бути стійким під час стерилізації в модельних розчинах: дистильованій воді, 2 %-му розчині винної та 3 %-му – оцтової кислот, 3 %-му – кухонної солі.

**Полімерну тару** використовують для фасування джему, повидла, томатопродуктів гарячого розливання. Бочки з пропілену є міцні,

---

---

витримують багаторушне укладання. З плівкових матеріалів виготовляють пакети для пакування фруктів та овочів, заморожених і сушених фруктів та овочів. Вони бувають одно- і багат шарові. У такій тарі можна стерилізувати консерви. Для зручності транспортування пакети вкладають у картонні коробки. Тверду полімерну тару роблять з термостійкої плівки з поліхлорвінілхлориду або полістиролу.

Для фасування соків і напоїв застосовують комбіновані матеріали на основі щільного паперу чи картону. З цією метою комбінують фольгований картон з нанесенням з обох боків термопластичного матеріалу, наприклад поліетилену. Продукцію у таку тару фасують в асептичних умовах або з добавкою консервуючих речовин – сорбінової кислоти чи її солей. Із полімерних матеріалів методом лиття виготовляють багато видів ящикової тари, стійкої проти агресивних середовищ.

*Підготовка скляної тари* до консервування починається з її інспектування, за якого вибраковують банки з будь-якими дефектами – напливами, деформовані, з тріщинами. Потім тару перевертають догори дном, щоб видалити рештки скла. Тару нову і повторного використання не слід змішувати. Якщо тара зберігалася у холодному приміщенні, перед миттям її обігривають, витримуючи за температури 15 – 20 °С.

Тару мють в окремому приміщенні, ізольованому від виробничого цеху, але яке знаходиться поряд з відділенням для фасування продукції. Скляні банки мють на банкомийних машинах різних типів (СП-60М, СП-70, СП-72), призначених для миття скляних банок місткістю 500, 800 та 1000 мл з діаметром вінця 82 мм. Продуктивність машин 3000 банок за годину. На машині СП-72 продуктивністю 1200 банок за годину можна також мити банки місткістю 6500, 2000 і 3000 мл.

*Технологічний процес* починається з подавання банок конвеєром на стіл завантаження, а потім у гнізда носіїв (тримачів). Тримачі основного конвеєра з банками переміщуються в першу водяну (відмочувальну) ванну. Перебуваючи на петлі переходу з першої ванни до другої, вода з банок виливається у першу ванну, а потім банка занурюється у мийний розчин другої ванни. Далі тримачі з банками рухаються вгору по похилій і двічі шприцюються мийним розчином. На верхній ділянці тримача тара знову шприцюється з трьох позицій: всередину та з двох боків зовні водою з температурою 40 – 45 °С, а потім двічі всередину та зовні чистою водою з температурою 50 – 55 °С. Під час руху до виштовхувачів вода стікає з банок, а потім виштовхувачі ставлять їх на конвеєр.

Основні мийні засоби – їдкий натр, тринатрійфосфат та рідке скло (на 1,5 тис. банок витрачають близько 1 кг їдкого натру, 0,5 кг тринатрійфосфату або до 100 г рідкого скла).

*Вимоги до якості миття скляної тари.* Для видалення різних плям із скляної тари використовують мийні засоби. Так, для зняття нежирних плям банки мють 6,5 %-м розчином їдкого натру, 3 %-м – тринатрійфосфату, 0,5 %-м – їдкого скла, а для зняття жирних плям – відповідно 30 %, 15 % та 2 %-м розчинами. Мийна суміш має сім номерів.

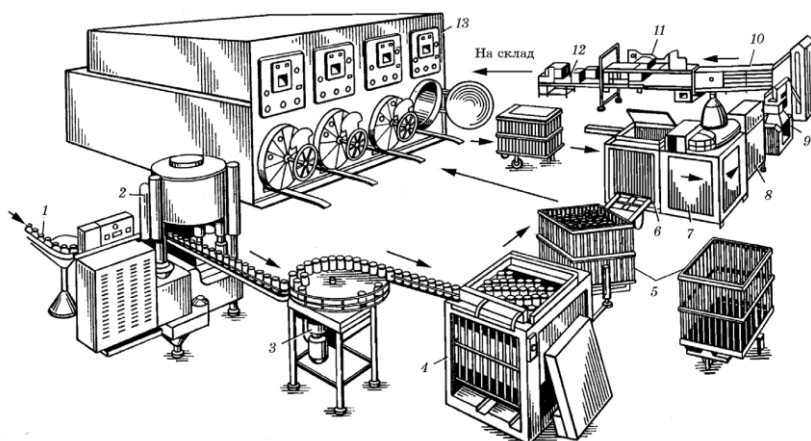


Після миття й ошпарювання проводять візуальне інспектування тари, під час якого виявляють погано помиту тару, банки з щербинками та іншими дефектами, непомітними на брудній тарі. Крім інспектування, вибірково контролюють якість санітарної обробки тари. Безпосередньо перед наповненням відбирають 10 банок: 5 – для визначення фізичної чистоти, 3 – для встановлення бактеріальної забрудненості, 2 – для перевірки залишків мийних та дезінфікувальних засобів.

**Підготовка кришок.** Металеві кришки з гумовими кільцями розбраковують, укладають у розкид у металеві сітки зовнішнім боком догори, промивають теплою водою і кип'ячать у воді 2 – 3 хв. Кришки, призначені для закупорювання консервів, що фасуються гарячим розливанням, миють у гарячій воді або обробляють паром з температурою 100 °С протягом 1 – 2 хв. Кришки з комбінованими прокладками та прокладками з полімерних матеріалів обробляють 15 – 20 хв сухою паром.

**Фасування** рідких мас здійснюють на автоматичних та напівавтоматичних машинах, а густих – вручну.

Важливе значення для зберігання виготовленого продукту має видалення з нього повітря. Цей процес називається **ексгаустуванням** і проводиться після наповнення банок та перед їх закупорюванням.



**Рис. 40. Технологічна лінія закупорювання, стерилізації та обробки консервів:**

- 1 – подача банок у закупорювальну машину; 2 – закупорювальна машина;
- 3 – стіл-нагромаджувач; 4 – пристрій для завантаження кошиків;
- 5 – кошики; 6 – 8 – блоки стерилізації; 9 – лінія обробки, етикетування банок;
- 10 – транспортний засіб; 11 – стіл для вкладання банок; 12 – ящики;
- 13 – пульт керування режимами роботи

Різновид теплового ексгаустування – *попереднє підігрівання* продукту (томатної пасту, овочевої ікри) перед фасуванням або заповненням продукту гарячою заливкою (сиропом, соусом, розсолем), внаслідок чого після остаточного охолодження продукту в банці створюється вакуум. Механічне ексгаустування проводять створенням вакууму під час закупорювання на вакуум-закатних машинах.

---

---

Відповідальним технологічним процесом є *закупорювання банок*. Тільки повна герметичність дає змогу провести подальші стерилізацію і тривале зберігання. Металеві банки герметизують подвійним закатним швом. Банки з продуктом герметизують автоматичними або напівавтоматичними закатними (для металевих та для скляних банок типу I) й закупорювальними (для скляних банок типу II, III, PT, “Омніл”) машинами.

Після закупорювання банки миють, щоб видалити рештки жиру та інші забруднення. Якщо на банках жиру немає, то їх обмивають гарячою водою під душем. Якщо жир не видалити з поверхні банок після стерилізації, він розкладається, виділяючи вільні кислоти, які, реагуючи з солями заліза, кальцію, магнію, утворюють нерозчинні сполуки – мила, які міцно утримуються на поверхні жести.

Для видалення жиру банки миють у машинах типу МЖУ-125 або МЖУ-250 0,5-м розчином лугу, до якого інколи додають рідке калієве мило. Мийний розчин підігрівають до температури 70 – 80 °С. Після миття лугом банки промивають чистою водою.

**Маркування.** На готовій продукції роблять маркування у вигляді тексту на тарі чи етикетці, де зазначено підприємство-виробник, його товарний знак, назву продукту, нормативно-технічної документації, масу нетто чи об’єм, сорт, умови зберігання тощо. На банках зазначають дату виготовлення та гарантійний термін зберігання. На тарі, крім того, штрих-код, в якому справа наліво подають код країни, потім код виробника та товару. Окремо виробник надає більшу чи меншу кількість інформації про якість товару. Останні три знаки означають асортиментний номер консервів.

**Умови для транспортування, зберігання сировини і продукції.** Консервний цех чи завод має навіс з азбошиферу, відкритий з трьох боків для доброї циркуляції повітря та зручності роботи транспорту. Підлогу роблять водонепроникною з нахилом до каналізації. Розміри майданчика визначаються продуктивністю заводу. Одночасне навантаження на 1 м<sup>2</sup> становить 300–600 кг сировини.

Готову продукцію розміщують в стаціонарних приміщеннях-складах. Ящиків піддони розраховані на складування у висоту до 6 ярусів (4–5,5 м). Зберігають консервовану стерилізовану продукцію за температури від 0 до 20 °С, а нестерилізовану (повидла, джеми) – за 10–20 °С, солоні і квашені продукти, пастеризовані маринади – 0–2 °С.

### **8.3.6. Характеристика спецій для консервування**

Встановлено, що смакову гаму формують відчуття солоного, солодкого, кислого та гіркого у поєднанні з запахом. Смакові й ароматичні речовини збуджують роботу секреторних залоз, сприятливо впливають на травлення. Ароматичні речовини містяться в усіх рослинах, але найбільший їх вміст у прянощах. До класичних спецій належать шафран, ваніль, кориця, гвоздика та перець. Більш широке використання мають пряні овочі: цибуля, часник, кріп, селера, петрушка, хрін.

---

---

**Ваніль** – це висушені плоди тропічної ліани з родини орхідейних, однак останнім часом синтетичний ванілін повністю витіснив використання рослинного.

**Гвоздика** – це висушені пуп'янки гвоздичного дерева. Гвоздику використовують під час маринування, разом з корицею додають у хлібні вироби, а разом з чорним перцем – у соуси та м'ясні страви.

**Перець.** *Чорний перець* – оброблені незрілі плоди тропічної рослини роду Перець. Якщо плоди цієї рослини дозрілі, вони стають жовтуватими, мають менш гострий смак і називаються білим перцем. *Червоний перець* – висушені або подрібнені стручки червоного гострого перцю, в якому значний вміст алкалоїду з пекучим смаком. *Запашний перець* – це висушені незрілі плоди тропічного дерева з родини миртових, має цінний бальзамичний аромат, у кулінарії використовують з чорним перцем.

*Гірчиця* містить глюкозиди синегрін та синальбін, вміст яких у білій та чорній гірчиці становить відповідно 2,3 та 2,8 та 11 та 14 %. Під впливом ферменту мирозину вони розщеплюються на низку речовин з утворенням алілової гірчичної олії (0,3–1 %) з певним смаком і запахом. Під час зберігання гірчиця повинна мати вологість не вище 12, а перець червоний – 11 %.

*Лавровий лист* містить 1,7–3,4 % ефірної олії; його вологість під час зберігання не повинна перевищувати 14 %.

Для консервування овочів широко використовують пряні рослини, що мають бактерицидну, ароматичну та антибіотичну дії. Так, кріп, листя естрагону, петрушки, селери, м'яти, коріандру та інших мають більшу ароматичну дію, а часник, перець, хрін, чабер – бактерицидну, що гальмує розвиток мікрофлори, одночасно поліпшуючи аромат та смак готового продукту. Пряноароматичні рослини – кріп, тмин, чабер, шавлія, естрагон – незамінні під час маринування, соління та квашення. У консервній промисловості для ароматизації маринадів й томатних соусів використовують базилік, що входить до складу прямих сумішей, коли потрібно замінити чорний перець. У суміші з розмарином він набуває перцевого запаху, а з чабером – посилює гостроту їжі. Базилік добре поєднується з майораном, петрушкою, коріандром, м'ятою та естрагоном.

*Материнку звичайну* добавляють під час соління огірків та грибів. Добре поєднується з чорним перцем, базиліком, розмарином та майораном.

*Гісон* використовують під час соління огірків і помідорів. Добре поєднується з петрушкою, кропом, селерою, фенхелем, м'ятою, майораном та базиліком.

*Коріандр* – однорічна трав'яниста рослина, яка в нашій країні становить 80 % сировини всіх ефіроолійних, її насіння застосовують у виготовленні солоних овочів, маринадів, соусів.

*Стебла майорану садового* використовують у солінні овочів; *листя й стебла меліси лимонної* – для консервування огірків; стебла естрагону – для маринування та соління огірків, помідорів, грибів, квашення капусти; *чебрець* (листя й стебла) – під час маринування та солінні; *стебла фенхелю* – у соління, насіння – для маринування й виготовлення багатьох консервів з помідорів.

---

---

рив, капусти, огірків; *хрін звичайний* – листя використовують у консервуванні огірків, патисонів, помідорів, для приготування маринадів, а коренеплоди – для квашення капусти, *стебла чабру садового* – для соління, маринування та квашення; *коренеплоди скорцонери* – для соління, консервування і надання продукції хрусткої консистенції; *стебла кропу, листя петрушки* (в свіжому чи сушеному вигляді) – для консервування; *часник* – для виготовлення майже всіх видів консервів з овочів, має бактерицидну та ароматичну дію.

Перераховані вище спеції не тільки ароматизують готовий продукт, а й поліпшують його якість, оскільки велика кількість речовин переходить у розсіл (заливку). Багато речовин мають високий вміст водорозчинних вітамінів, які підвищують їх вміст у готовому продукті.

## **8.4. Особливості переробки винограду**

### **8.4.1. Приймання та первинна переробка винограду**

Переробку зібраного урожаю винограду проводять на промислових підприємствах і починають з приймання урожаю. Виноград, що надійшов на переробку, повинен відповідати вимогам стандартів. Він має бути одного ампелографічного сорту, здоровим, чистим, без стебел і листя. Допускають не більше 15% домішок інших близьких сортів, однакових за забарвленням та термінами дозрівання. Обмежується наявністю пошкоджених хворобами і шкідниками ягід.

Вміст цукру і кислотність винограду повинні відповідати вимогам до продукції з урахуванням визначеного напрямку використання врожаю. Зібраний та доставлений на завод виноград приймають партіями (кількість винограду, що надійшла в одному транспортному засобі і оформлена одним супровідним документом).

Приймання полягає у відборі середньої проби від кожної партії, проведенні аналізу якості та встановлення напрямку використання винограду. Прийнятий на переробку виноград, незалежно від напрямку використання, спочатку піддають первинній обробці, яка передбачає миття грон, віддокремлення гребенів, подрібнення, теплову або ферментативну обробку. Під час виготовлення вин і освітлених соків виноград не миють, а замість цього проводять відстоювання суслу. Гребневидалення і подрібнення виконують у спеціальних машинах.

Виноград надходить на підприємство у вантажних машинах або в спеціальних “човниках”, встановлених на візках. Під час приймання його потрібно зважити і визначити середній вміст цукру у винограді. Це пов’язано з тим, що розрахунки з постачальниками ведуть за цими показниками. Для цієї мети застосовують спеціальне устаткування, яке складається з відбірника проб. Оператор бере проби з декількох місць. Виноградний сік надходить шлангом в автоматичний аналізатор, в якому впродовж 20–30 с визначається вміст цукру і, якщо потрібно, кислотність та рН. Ці дані відразу роздруковують у накладній.

---

---

Далі виноград перевантажують у приймальний бункер з нержавіючої сталі, звідки у поділювач, що складається із завантажувального бункера, гребневидаляючого валу, перфорованого циліндра і приводу (рис. 41). Гребневидаляючий вал є валом з нержавіючої сталі, що обертається, на якому по гвинтовій лінії розташовані бичі. Перфорований циліндр у процесі роботи обертається з невеликою швидкістю в протилежному до гребневидаляючого валу напрямі. Ягоди відділяються від гребенів і, проходячи через отвори в циліндрі, потрапляють на валяння, виготовлені із спеціального пластика. Подрібнена мезга збирається в збірку і перекачується гвинтовим насосом.



**Рис. 41. Загальний вигляд дробарки-гребневіддільника**

Застосування дробарок такого типу дозволяє робити процес подрібнення виноградної ягоди м'якше, з незначним перетиранням шкірки та кісточок. Це покращує якість суслу і зменшує кількість суспензій.

Теплову обробку проводять під час виробництва пасти, червоних і рожевих вин і соків. Для приготування пасти і джемів проводять бланшування ягід або цілих грон гострою парою в спеціальних ошпарювачах, з метою попередження їх від окислення, підвищення здатності м'якуша до утворення желе, зниження кількості шкідливих мікроорганізмів.

Прийом обшпарювання грон рекомендують проводити під час переробки на сік ізабельних сортів і сортів американської групи видів.

Під час виготовлення червоних вин і соків проводять нагрівання мезги (роздрібнювана маса винограду) за температури 45–80°C, що сприяє переходу барвних і ароматичних речовин з шкірки в сік і знижує в'язкість і слизистість роздрібнюваного винограду, покращує і прискорює відокремлення соку.

Ферментативна обробка полягає в додаванні у свіжовичавлений виноград або сусло спеціальних ферментних препаратів для руйнування високомолекулярних водоутримувальних речовин, кращого екстрагування в сік корисних речовин, швидшого пресування, підвищення виходу суслу, прискорення освітлення та наступної фільтрації. Часто застосовують природну ферментацію мезги, тобто короткочасну (2–8 годин) настоювання в камерних стічниках або резервуарах настоїв.

---

---

Для прискорення освітлення сушло обробляють бентонітом з додаванням протеолітичних і пектолітичних ферментних препаратів. Перші з них каталізують гідроліз білків і сприяють підвищенню стабільності вин проти колоїдних помутнінь, а другі здійснюють гідроліз пептина і прискорюють освітлення сушла та підвищують його вихід, особливо в ізабельних сортів.

#### **8.4.2. Технології консервування виноградної сировини**

Враховуючи те, що виноград і продукти його переробки є ідеальним середовищем для розвитку різних мікроорганізмів, на різних етапах переробки винограду і приготування того або іншого продукту потрібно застосування консервації (біологічна стабілізація). До прийомів консервації відносять термічну обробку, застосування консервантів, обезводнення (концентрацію).

До термічної обробки відносять пастеризацію, стерилізацію, асептичну консервацію і низькотемпературне зберігання.

Пастеризація полягає в короткочасній обробці соків і вин за температури 60–90°C без доступу кисню. У цьому випадку частково знищуються шкідливі мікроорганізми і зберігаються смакові якості продукції. Зазвичай, пастеризація доповнює дію інших консервуючих речовин (вуглекислий газ, спирт, цукор та ін.), які містяться у винах і соках.

Стерилізація полягає в знищенні усіх живих мікроорганізмів, здатних зіпсувати продукцію. Її проводять за температури 96–120°C. Частіше стерилізацію застосовують під час виготовлення компотів, маринадів, варення, джему, пасти, соків-напівфабрикатів.

Асептична консервація полягає в обробці продукції в потоці за температури 95–100°C з наступним охолодженням соків і напоїв до 35–40°C та їх розливом в асептичних умовах у великі резервуари для зберігання, або в дрібну тару для реалізації на ринку.

Низькотемпературне зберігання застосовують для тимчасової біологічної стабілізації соків-напівфабрикатів, нестійких виноматеріалів, недобродів при температури 0–3°C. У таких випадках добре зберігаються сортові і смакові якості та добре йде освітлення продукції.

Застосування консервантів – це найпростіший спосіб консервації. Проблема полягає в тому, що досі не знайдені консерванти, абсолютно нешкідливі для людини. Тому напої і соки, отримані з використанням консервантів, відносять до категорії менш цінних харчових продуктів. Консерванти можуть бути природні (рослинного походження) і хімічні (штучного походження). До природних відносять етиловий спирт, цукор, екстракти з листя і плодів волоського горіха, різних ароматичних трав, гірчичне масло та ін. До хімічних – бензойнокислий натрій, солі сорбінової кислоти, сірчисту кислоту, органічні кислоти (оцтова, саліцилова та ін.).

---

---

### 8.4.3. Обробка винограду для виноробства

Первинне виноробство – власне виробництво вин – включає приймання винограду; його переробку для отримання виноградного суслу; бродіння суслу, після якого отримують виноматеріали; витримку та обробку виноматеріалів.

Вторинне виноробство – різні обробки виноматеріалів для надання їм стабільності, розливостійкості, прозорості; купажування виноматеріалів і розлив вина в тару.

Для приготування, обробки і транспортування виноматеріалів і соків використовують різноманітні технологічні місткості. До класичної тари відносять дубові бочки і буті, а також глиняні глеки. Останнім часом значного поширення набули великі металеві, залізобетонні і пластмасові резервуари.

Дубові буті та бочки складають основу марочного виноробства і винного виробництва. У дубових місткостях (25–2000 л) відбувається повільне дозрівання виноматеріалів і з'являється тонкий букет і приємний гармонійний смак вина, одночасно відбувається поступове випадання в осад колоїдів солей та інших нестійких речовин. Вино стає зрілим, стійким до помутніння, типовим за смаком. На усі ці процеси сприятливо впливає деревина дуба, проникнення повітря невеликими порціями. Особливо важлива дубова деревина для витримки вина.

Проте дубові місткості вимагають великих затрат ручної праці, постійного контролю, високої кваліфікації працівників.

У Закавказзі та інших регіонах досі використовують глиняні глеки, зариті в землю.

Сучасні великі резервуари значно дешевші за дубові місткості. Під час їх застосування раціональніше використовують кубатуру приміщень; можна ширше впроваджувати механізацію і автоматизацію технологічних процесів. Кращими є резервуари з харчової нержавіючої сталі, титану і сталі, покритої емаллю. Найпростішими і дешевшими є залізобетонні резервуари. Проте їх розміщують тільки в приміщеннях з однаковою температурою, оскільки на відкритих майданчиках вони руйнуються як від перегрівання, так і переохолодження.

Термін служби дубових бочок – 30–50 років, бутів – 50–100 років, а місткостей з нержавіючої сталі і титану необмежено довго.

Для класичного марочного виноробства важливий і допоміжний дрібний інвентар для догляду за вином під час витримки: черпаки, доливочники, кановки, підстави, воронки, сифони, шпунти, чопи, крани переливань і дрібна бочкова і скляна тара.

**Пресування.** Під час виробництва вин “білим” способом мезга з дробарки відразу подається на пресування. Для того, щоб запобігти окисленню винограду киснем, в мезгу в потоці додається певна кількість розчину сірчистого ангідриду ( $\text{SO}_2$ ). Під час виробництва за “червоним” способом мезгу спочатку перекачують у винифікатори, де відбувається її настоювання, а потім пресують.

На сучасних заводах для виробництва тонких, якісних вин застосовують пневматичні (чи вакуумні) мембранні преси барабанного типу (рис. 50).

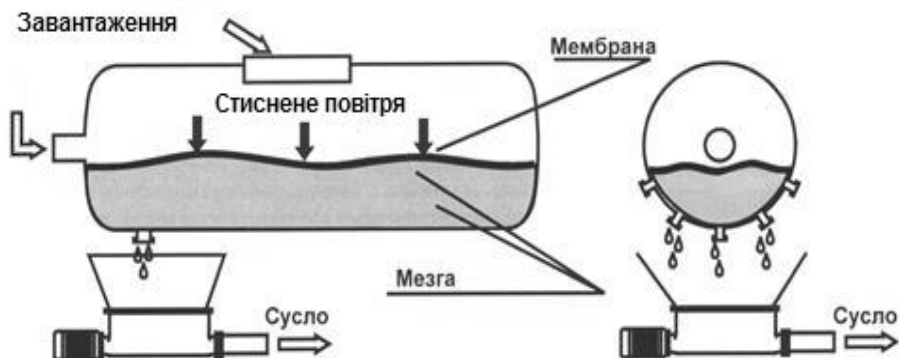


Рис. 42. Схема роботи мембранного преса барабанного типу

Прес – барабан з нержавіючої сталі, що обертається, усередині якого є гнучка мембрана з щільного матеріалу церати. У стінках барабана є зливні отвори, через які виходить сусло (виноградний сік). Мезга подається в прес через осьовий штуцер або через відкриті дверці. Також через дверці можна завантажувати виноград цілими гронами, наприклад, для виробництва шампанських виноматеріалів.

**Технологія отримання сусла.** У процесі переробки винограду сусло розділяють на чотири фракції: сусло-самоплив, сусло першого, другого і третього тиску. Пресові фракції отримують при тиску на мезгу за допомогою різних пресуючих органів: шнеки, плити та ін. Існує ще поняття “перші фракції сусла”, що є сумішшю сусла-самопливу і сусла першого тиску в потокових лініях переробки винограду.

Для отримання сусла роздроблена мезга надходить на стічники, з яких стікає сусло-самоплив, а залишки мезги – на преси, де отримують сусло декількох тисків, а вичавка з транспортером подається на вторинну переробку.

Існує два принципи розподілу сусла на фракції: періодичний і безперервний. На стічниках періодичної дії отримують високий вихід сусла-самопливу з невеликим вмістом суспензій. Мезга потім надходить на преси періодичної дії, де вона піддається багатократному пресуванню з періодичним розпушуванням. За цього принципу пресові фракції сусла самофільтруються і значно знижується відсоток суспензій. Загальні гущеві відходи складають усього 5–7%. Недолік цього принципу – низька продуктивність, але значно підвищується загальний вихід сусла.

За безперервного принципу мезга рухається безперервним потоком через шнекові стічники та преси. Загальний вихід сусла нібито вище, але якість його за фракціями гірша. Зрештою вихід чистого самопливу менший. Кількість гущевих відходів досягає 25%. Перевага цього принципу – висока продуктивність.



---

---

Освітлене сушло спрямовують в місткості для бродіння, гущеві залишки збирають в окрему ємкість, сульфітують, а після відстою чисте сушло знімають і воно йде для виноробства.

Сушло-самоплив використовують в основному для ігристих вин, першу фракцію – для марочних соків і столових білих та рожевих вин. Для отримання десертних білих і рожевих вин використовують і сушло другого пресування. Червоні вина отримують з додаванням частини сушла третього тиску, а для міцних вин використовують суміш усіх фракцій. Саме низькоякісне дожимне сушло йде для отримання виноградного спирту.

**Бродіння сусла.** В основі виноробства лежить складний біохімічний процес перетворення глюкози в етиловий спирт – це алкогольне або спиртове бродіння в анаеробних умовах. Суть полягає в тому, що процес бродіння відбувається завдяки участі в ньому дріжджів і ферментів, які здатні перетворювати глюкозу в етиловий спирт і вуглекислий газ з утворенням побічних продуктів бродіння, таких як гліцерин, бурштинова, оцтова, лимонна і молочна кислоти, альдегіди, ефіри, ацетон, вищі спирти, які потім обумовлюють смак і букет вина.

Дріжджі – це одноклітинні організми різної форми, що відносяться до класу сумчастих грибів. Вони розмножуються брунькуванням і діленням з утворенням спор, що знаходяться в сумках. У природі існує велика кількість диких рас дріжджів, які можуть брати участь у бродінні сусла. Проте вчені виокремили так звану чисту культуру дріжджів (ЧКД), яка обумовлює керованість цим процесом. Застосування ЧКД спиртостійких, кислотовитривалих, сульфітоустійких рас забезпечує можливість бродіння навіть в екстремальних умовах.

Бродіння проходить нормально за оптимальної температури в 20°C і завершується впродовж двох тижнів. За температур нижче 15°C бродіння затягується, а за 30°C проходить дуже бурхливо. Від інтенсивності бродіння залежить якість вина. Для виробництва марочних білих столових вин та ігристих виноматеріалів рекомендується температурний режим бродіння в межах 15–18°C. За сильного підвищення температури бродячого сусла застосовують охолодження в теплообміннику з холодною водою або штучним холодом. Кращі умови для бродіння забезпечуються під час використання безперервного бродіння сусла в потоці з використанням спеціальних установок-апаратів.

## **8.5. Контроль виробництва і зберігання консервованої продукції**

За дотримання технології виробництва та зберігання якість консервів не змінюється навіть через 2–5 років. З поверхні банки (жержстяної) чи кришки видаляють вологу, а для тривалого зберігання їх зразу покривають антикорозійним мастилом.

Під час складування різниця температур банки та повітря на складах не повинна перевищувати 5 °С. Якщо вона вища, то її вирівнюють до допустимих значень.

---

---

Готові консерви зберігають штабелями, підкладаючи під кожний ряд картон або фанеру. Продукцію у дрібній тарі зберігають в ящиках, які розміщують на піддонах. Піддони штабелюють на висоту 4–5 м.

Продукцію у тарі місткістю 3, 5 і 10 л зберігають у решітчастих ящиках або клітках, які також встановлюють на піддони для механізованого вкладання й розвантажування. Відстань між штабелями і стінами становить не менше 0,75 м для проходів, а ширина головного проходу між штабелями – не менше 2 м. Під час використання електронавантажувачів ширина проходів має забезпечувати вільне розвертання механізмів.

Консервовану продукцію краще зберігати у темних приміщеннях за низьких плюсових температур і відносної вологості повітря не вище 75 %.

Під час виробництва великої кількості консервів використовують механізовані потокові лінії готової продукції у скляних банках місткістю 0,5–1 л. Продуктивність ліній – до 100 скляних і 22 металеві банки за хвилину.

Один раз на квартал розкривають ящики (1 % від кожної партії), що зберігаються, оглядають для виявлення ознак псування.

За високої температури (20 °C і вище) спостерігається розм'якшення продукції, руйнування вітамінів та барвників, можливий розвиток мікрофлори, внаслідок чого сироп стає каламутним, а плоди рожевими і набувають металевого присмаку.

Консерви можуть псуватися як під час їх виготовлення, так і зберігання. Причини цього – деформована тара та неякісне закупорювання. Якщо брак виявлено під час стерилізації, продукцію перекладають в іншу тару, закупорюють і стерилізують, а якщо після – продукт відправляють для виготовлення пюреподібних продуктів або на корм худобі.

Одним з видів браку консервованої продукції є *розварювання*. У разі його виявлення зразу ж контролюють процес пастеризації чи стерилізації.

Складський брак виявляється у вигляді *бомбажу*, причиною якого може бути недостатня теплова обробка, внаслідок чого починають розвиватися мікроорганізми. Для попереднього виявлення цього від кожної партії виготовленої продукції беруть контрольні банки і витримують у термостаті за температури 37°C. Бомбаж може виникнути також у результаті реакції між кислотами продукту й залізом жерстяних банок, недостатньо покритих лаком, з виділенням водню. Порушення режиму зберігання призводить до зміни кольору та замерзання продукту, іржавіння кришок. Особливо активно взаємодіє із залізом оцтова кислота, зумовлюючи корозію кришок з лаковим покриттям. Солі заліза, які при цьому утворюються, випадають в осад і спричиняють потемніння продукції, а процес ржавіння заліза може призвести до порушення герметичності закриття й повної втрати якості продукту.

---

---

### Запитання для самоконтролю

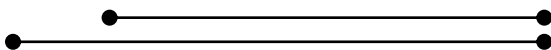
1. Які основні умови одержання якісних ферментованих овочів?
2. Яка мікрофлора переважає під час квашення капусти?
3. Яка рецептура соління огірків?
4. Яка технологія соління помідорів?
5. Які особливості соління баклажанів, кавунів та яблук?
6. Як солити гриби? Які є способи їх соління?
7. Які особливості виготовлення консервованого зеленого горошку та стручкової квасолі?
8. Чим відрізняються режими стерилізації консервованих огірків та консервованих помідорів?
9. Які основні фактори виготовлення якісних компотів?
10. Які особливості виготовлення яблучного та вишневого соків?
11. Які види соків не освітлюють?
12. Які особливості виробництва овочевих соків?
13. Яка технологія підготовки сировини до сушіння?
14. Якими способами сушать картоплю, фрукти, овочі?
15. Як можна отримати високоякісну заморожену продукцію ?
16. Яка концентрація сірчистого ангідриду й оцту має консервувальну дію?
17. Які є способи сульфітації?
18. Застосування антисептиків для консервування.
19. Яка концентрація цукрового сиропу має консервувальну дію?
20. Чим відрізняється технологія виготовлення варення від технології отримання джему, повидла?
21. Які способи консервування є найпоширеніші?
22. Перерахуйте умови, що необхідні для одержання високоякісної консервованої продукції?
23. Назвіть способи очищення сировини?
24. Яка функція процесу бланшування?
25. Які є способи теплової обробки сировини?
26. Яка відмінність між стерилізацією та пастеризацією?
27. Яких умов потрібно дотримувати для проведення якісного обжарювання і пасерування?
28. Для яких видів переробки подрібнюють продукцію? Які є види подрібнення сировини?
29. Які є способи пресування?
30. Які є способи очищення соків?
31. Яка сировина непридатна для вироблення яблучного соку?
32. Як отримати концентровані соки?
33. Як готують плоди для консервування у скляній тарі?
34. Як відбувається консервування у полімерній та металевій тарі?
35. Які вимоги до якості миття сировини?
36. Назвіть види бомбажу.
37. Зазначте оптимальні умови для зберігання готової законсервованої овочевої продукції методом стерилізації.

---

---

## РОЗДІЛ 9

# ПІСЛЯЗБИРАЛЬНА ДОРОБКА, ЗБЕРІГАННЯ ТА ПЕРЕРОБКА БУЛЬБ КАРТОПЛІ



### 9.1. Післязбиральна доробка і зберігання бульб картоплі

Харчова цінність бульб картоплі зумовлена високим вмістом крохмалю (14–25 %). Розмір крохмальних зерен досить великий, чим пояснюється добра розсипчастість картоплі після кулінарної обробки, а також досить проста технологія виробництва крохмалю. Що вищий вміст крохмалю, то кращий смак картоплі. Білок туберин (1,5–3,5 %), що міститься в картоплі, має весь набір незамінних амінокислот, які також беруть участь у формуванні смаку кулінарних страв з бульб картоплі.

У картоплі добре збалансований вміст органічних і мінеральних речовин, причому вміст їх більший під шкіркою. Бульби містять необхідні для людини мінеральні речовини, зокрема солі кальцію, калію, сірки, заліза, фосфору, потрібні за малокрів'я та захворюваннях щитоподібної залози, гастритах, виразках. Тому картопляний сік є лікувальним засобом. За денної норми картоплі 250–300 г людина забезпечує себе на 80 % калієм, на 20 % – залізом, на 10 % – фосфором та значною кількістю міді. У картоплі містяться лимонна кислота (0,4–0,8 %), жир (0,1–0,9 %), вітаміни С (8–30 мг%), В<sub>1</sub>, В<sub>2</sub>, В<sub>6</sub>, РР, А.

Нормальний вміст соланіну (5–15 мг/кг) створює специфічний смак картоплі, а великий вміст його (понад 15 мг/кг) надає гіркоти бульбам і викликає руйнування червоних кров'яних тілець у людей і тварин.

В Україні щороку вирощують до 20 млн т картоплі, з яких 20 % потрібно зберігати на насіння, 30 % – для технічної переробки, решту – для продовольчого й кормового призначення, тобто майже всю картоплю потрібно зберігати протягом певного періоду. Отже, за сезонного виробництва бульб картоплі в нашій країні тривалість періоду її зберігання втричі більша за період вирощування.

---

---

### 9.1.1. Вплив факторів вирощування на якість бульб

Втрати картоплі під час зберігання досить значні, однак вони залежать від факторів не тільки зберігання, а й вирощування. В роки з надмірною вологою або за створення поганих ґрунтових умов та внаслідок низького рівня агротехніки одержують нележкий врожай, який навіть за оптимальних умов зберігається лише 3–4 тижні.

Основними факторами вирощування картоплі, що впливають на якість та лежкість бульб, є такі:

1) *тип ґрунту* – найкращий ґрунт легкого гранулометричного складу, в нього можна садити картоплю пізньостиглих сортів у ранні строки. За неможливості міжрядного обробітку в дощове літо в такий ґрунт нормально надходить кисень (за вмісту в ньому кисню менше 16 % формується врожай з ознаками задухи та непридатний до зберігання), формуються нормальний смак (на ґрунтах важкого гранулометричного складу утворюються бульби з мильною консистенцією) та хімічний склад бульб (бульби з низинних місць, де вміст міді, йоду, кобальту невеликий, мають бідний хімічний склад і погану лежкість);

2) *місце в сівозміні* – для розміщення в сівозміні потрібно уникати попередників, які мають однакові хвороби (фітофтороз) та шкідники (нематода, колорадський жук та ін.) з картоплею;

3) *реакція ґрунтового розчину* – має бути нейтральною або трохи підкисленою (вапнування, якщо воно потрібне, проводять під попередник, оскільки безпосереднє вапнування ґрунту під картоплю підвищує захворюваність бульб на паршу);

4) *підготовка садивного матеріалу* – він має бути вирівняним, що забезпечує одночасність появи сходів та дозрівання (недозрілі бульби або втрачаються під час збирання (бо дрібні), або дуже травмуються, оскільки не мають зміцнілої шкірки). Після зберігання машиною (перед посадкою) можна різати тільки ті насінні бульби, які незначно уражені хворобами (до 5 %), весною обов'язково обробивши їх ТМГД та посадивши не раніш як через 3 дні після різання;

5) *вологісний режим ґрунту* – має бути нормальним (за нерівномірного зволоження спостерігається розтріскування бульб), оскільки в засушливих умовах виникає залізна плямистість м'якоті бульб, а в перезволожених утворюються бульби нележкі з поганим смаком і запахом спирту та ацетальдегіду;

6) *співвідношення мінеральних добрив* – за надміру азоту розвивається дуплистість бульб, підвищується вміст у них цукру, збільшуються інтенсивність дихання під час зберігання та втрати, знижується вміст вітаміну С; надлишок тирозину зумовлює потемніння м'якоті під час варіння картоплі, а надлишок фосфору зумовлює потемніння бульб, неприємний смак та погану розварюваність;

7) *використання добрив з хлором* – погіршує смакові властивості бульб, мікродобрив – затримує проростання картоплі за надлишку міді або, навпаки, прискорює проростання за надлишку фосфору;

---

---

8) *боротьба зі шкідниками та хворобами* – за недостатньої кількості обробок отримується значна частина нетоварного врожаю;

9) *боротьба з бур'янами* – внаслідок забур'яненості формуються деформовані бульби, майже непридатні для продовольчих цілей (за очистки великі відходи, а механічно очищати їх неможливо).

Лише дотримання технології вирощування картоплі дає змогу мати бульби придатні для певного цільового призначення – технічного, продовольчого, кормового чи насінного.

### **9.1.2. Збирання і післязбиральна доробка бульб**

Час збирання врожаю картоплі визначають залежно від строків садіння та стану насадження. Найвищий урожай картоплі одержують за природного відмирання бадилля. За потреби зелене бадилля скошують і розсіюють по полю, а в разі захворювання бадилля картоплі, його спалюють хімічними способами: 1,5–2 % розчином хлорату міді або 3 %-м розчином сірчаної кислоти (витрата 800 л/га).

На ґрунтах важкого гранулометричного складу, які запливли й висохли до початку збирання картоплі, міжряддя розпушують долотоподібними лапами, щоб прискорити дозрівання шкірних покривів бульб, поліпшити умови для роботи збирального комбайна (оптимальна швидкість його руху 4,5–4,8 км/год). Краще збирати картоплю за вологості ґрунту 60–70 % ППВ. Найменше травмуються бульби під час збирання за температури не нижче 8 °С.

Дозрілими вважаються бульби з добре розвиненою затверділою шкіркою, яка не обдирається.

Застосовують такі технології збирання бульб картоплі: потокову й перевалкову, або переривчасту. За *потокової технології* бульби від комбайна самоскидами транспортують до сортувальних машин, після сортування навантажують у тару чи навалом у транспорт і відправляють у сховище (продовольчу картоплю або картоплю технічного призначення). За *перевалкової, або переривчастої, технології* бульби, що надходять з поля, складають у тимчасові бурти заввишки 1–1,2 м і через 6–7 днів сортують. Застосовують її для бульб, дуже травмованих комбайнуванням, тих, що призначені для насінних цілей, чи за досить високої вологості вороху. За 6–7 днів проявляються на бульбах хвороби і їх виділяють наступним сортуванням.

Післязбиральна доробка бульб картоплі полягає у кількісному обліку та підготовці для певного цільового призначення – видалення нестандартних, травмованих та хворих бульб. На зберігання закладають лише вирівняні, здорові, високоякісні бульби.

Сортувальні машини складаються з механізмів для калібрування картоплі й видалення землі і домішок, а також сортувальних столів з ручним або автоматичним відбором неякісних бульб.

Сортувальні машини представлені закордонними фірмами SaMASZ, LELY, UNIA, FARMET, KIVI-PEKKA, SIPMA, ASA-LIFT, WM Kartoffeltechnik, Stronga, MEPROZET (дод. рис. 9).

---

---

Найпоширеніші вітчизняні машини для сотування картоплі, видалення ґрунту та домішок – валкові відокремлювачі КСП-15, КСП-15А, КСП-15Б з регулюванням відстані між робочими органами та сепарувальні диски КСП-25 та ПКСП-25. Великі домішки (шматки стебел рослин) видаляють на гірках КСП-25 з гумовими виступами у вигляді пальців з певними кутами нахилу та швидкістю руху. Після відокремлення домішок та ґрунту бульби надходять на сортувальні столи, ширина стрічки яких та швидкість її руху дають змогу відібрати дефектні – травмовані чи пошкоджені хворобами бульби (в імпортованих машинах для цього є електронний автоматичний відокремлювач, який працює за принципом різної проникності бульб і домішок, подібних за формою до бульб (каміння), рентгенівських променів, ультразвуку та ін.).

Калібрувальні машини мають валкові механізми або сітки- з різними розмірами вічок (грохоти, як у КСП-25 та імпортованих машин). Останні розділяють картоплю на фракції масою понад 80 г, 40–80 г, 25–50 г і дуже дрібні (до 25 мм).

Машини сполучаються між собою системами стрічкових або лопатевих конвеєрів. До комплексу обладнання входять також перехідні містки і стільці для працівників біля сортувальних машин.

Сортувальні машини працюють нормально, якщо ворох не дуже вологий, засміченість його не більше 40 %, пошкодженість бульб не більше 30 %, а за весняного сортування довжина пагонів не перевищує 10 см. Як правило, продуктивність сортувальних машин восени у 2–3 рази більша, ніж за сортування бульб картоплі навесні після тривалого зберігання.

Усі механізми під час сортування більше чи менше травмують бульби картоплі. Щоб запобігти цьому, застосовують гасителі ударів – гумові стрічки, спуски-гасителі, в бункерах, куди падають бульби, зменшують кути нахилу конвеєрів та знижують їх швидкість.

Розсортовані бульби зберігають партіями за попередньо визначеним режимом зберігання кожної (окремо ботанічні сорти, товарні, за розмірами, за пошкодженістю тощо). Перед закладанням картоплі в бурти і траншеї роблять детальний опис кожного об'єкта зберігання (партії) та рекомендованого режиму.

### ***9.1.3. Характеристика бульб картоплі як об'єкта зберігання***

Як об'єкт зберігання картопля має деякі особливості. Оптимальні умови її вирощування сприяють нагромадженню у ній більшої кількості поживних речовин, що забезпечують тривале її зберігання. Пошкоджені бульби є добрим середовищем для розвитку мікрофлори та подальшого захворювання продукції. За відносної вологості повітря нижче 80 % бульби швидко в'януть, оскільки у них великий вміст вільної вологи.

Бульби, як і всі овочі й плоди, належить до автотрофів, що використовують нагромаджені речовини у процесі життєдіяльності й дихання (коефіцієнт дихання картоплі дорівнює одиниці). Високий рівень дихання бульб після збирання пояснюється зміною фізіологічного стану, травмованістю та температурно-повітряними умовами. На інтенсивність

---

---

дихання бульб впливає температура зберігання. Найнижча інтенсивність дихання спостерігається за 5–6 °С (за вищих і нижчих температур інтенсивність дихання зростає).

Висока життєздатність бульб виявляється у здатності заживляти механічні пошкодження з утворенням раневої перидерми, витрачаючи запасні поживні речовини. Це пояснюється активністю камбію бульби як видозміненого стебла.

*Процес загоєння* пошкоджень інтенсивніше відбувається у свіжозібраних бульб за температури не нижче 10 °С, доброго доступу кисню та в умовах високої відносної вологості повітря. У місцях загоєння збільшується вміст білків та амінокислот. Багатошарова ранева перидерма, але нерівномірна, утворюється в місцях судинно-волокнистих пучків, а більш рівномірна – в зоні внутрішніх луб'яних волокон. У тканинах серцевини перидерма не утворюється. За оптимальних умов ранева перидерма утворюється за 5–7 днів.

Таку здатність зарубцювати рани після пошкодження мають також ямс і батат.

Для інтенсифікації утворення суберину бульби обробляють ферментами. Для цього використовують 5–10 % розчин солоду (ячмінь пророщують, висушують, подрібнюють; 10 кг солоду заливають 100 л води). З цією метою застосовують янтарну кислоту, гібберелін чи гетероауксин (0,002–0,01 % розчин) у вигляді аерозолю.

На світлі бульби картоплі *зеленіють* внаслідок утворення соланіну, який сприяє кращому зберіганню її. Тому партії насінної картоплі перед зберіганням залишають під легким солом'яним укриттям (чи без нього) для “позеленіння”. Потрібно запобігати позеленінню картоплі, призначеної на продовольчі й кормові цілі, оскільки соланін – отруйна речовина.

Бульбоплід як вегетативне утворення, що несе на собі бруньки, під час зберігання може *проростати*. Цьому можуть сприяти багато факторів. Період спокою картоплі залежить від генетичних ознак – у пізніх сортів він довший, у ранніх – коротший. Проростання пов'язане з нагромадженням у бульбах нуклеїнових кислот до певного рівня, за якого синтезується нова РНК, що дає поштовх до утворення меристемної тканини й поділу клітин, тобто проростання. Біосинтезу нуклеїнових кислот передують перетворення запасних органічних речовин: що інтенсивніше воно відбувається, тим швидше настає період проростання. Інтенсивніше дихання відбувається за підвищеної температури зберігання, коли утворюється стільки енергії, що для підтримання життєдіяльності бульб її вже забагато і вона витрачається на процеси посилення фосфорного обміну, утворення РНК і проростання.

Основним *фактором впливу* на ці перетворення є *температура*. Відомо, що сумарною є температура, яка діяла на бульби початку їх утворення під час зберігання. Якщо сума позитивних температур за період вегетації сортів ранньої картоплі становила 2100–2200 °С, то бульби можуть проростати вже у вересні. Тому період спокою бульб, вирощених на півдні, завжди коротший, ніж у вирощених на півночі. Холодне й дощове літо



---

---

знижує суму ефективних температур, чим подовжує період спокою. Картопля, зібрана в недозрілому стані, має більш тривалий період спокою. Велика вологість під час вирощування і зберігання зумовлює скорочення періоду спокою, внаслідок чого бульби проростають швидше. Так само діють і високі концентрації вуглекислого газу.

Для попередження проростання в період зберігання насінню картоплю обробляють тіабендазолом (ТБ) у дозі 3 кг/т за місяць до проростання. За два тижні до збирання насінної картоплі використовують кампанал (2-хлоретил). Часто інгібітори застосовують разом з фунгіцидами: 0,5 % ТБ + 20 % ТМТД, 2,5 % фундазолу + 0,5 % диталу (10 л розчину на 1 т).

Хімізм дії всіх інгібіторів ґрунтується на тому, що вони гальмують утворення білків. Отже, не відбуваються перетворення нуклеїнових кислот і ріст меристемної тканини у бульбах.

За нестачі кисню в масі бульб картоплі, що зберігається, посилюються анаеробні процеси й утворюється молочна кислота, яка призводить до активізації поліфенолоксидази, що відновлює поліфенольні речовини, внаслідок чого м'якоть темніє. Якщо вміст кисню у буртах, траншеях чи засіках менший 16 %, то настає задуха картоплі, а висока концентрація вуглекислого газу призводить до пошкодження вічок вугільною кислотою – на шкірці видно вдавнені плями та спалені вічка. Для насінних цілей такі бульби непридатні, крім того запах спирту й ацетальдегіду робить їх непридатними і для продовольчих цілей.

Під час зберігання картоплі можливе *потемніння м'якоті*, причинами якого бувають: надлишок хлорвмісних добрив (потемніння настає після варіння, в процесі якого утворюється комплекс заліза і хлорогенової кислоти); останнє менше виявляється, коли бульби містять достатню кількість калію, лимонної та фосфорної кислот); реакція меланоїдиноутворення за високої температури (30 °С і більше); значне підвищення вмісту цукрів у бульбах за низької температури зберігання (нижче 1 °С), а якщо цукрів більше 1,5 %, то вони взаємодіють з амінокислотами навіть за низьких температур з утворенням темнозбарвлених продуктів.

У процесі зберігання бульби часто набувають солодкого смаку. Це захисна реакція за настання пониженої температури, яка викликає перетворення крохмалю на цукри, завдяки чому підвищується концентрація клітинного соку і знижується температура замерзання. Цукри утворюються вже за температури нижче 5 °С, а солодкий смак картоплі відчувається за вмісту цукру 2 %. Не зважаючи на це, бульби зберігають за низьких плюсових температур, оскільки в таких умовах гальмується процес проростання і діяльність мікрофлори.

Під час зберігання бульби часто пошкоджуються мікрофлорою, переважно бактеріями. Пектобактеріум каротоворум та гриб роду фузаріум призводять до появи мокрої, сухої, фузаріозної та фомозної гнилі. Особливо швидко загнивають бульби за підвищеної температури і відносної вологості повітря, а також за нестачі кисню.

На початку зберігання значних втрат завдає фітофтороз. Вже через 2–3 тижні зберігання за плюсової температури спостерігається масове захворювання бульб. Щоб запобігти цьому, для партій картоплі, підозрюваних у цьому захворюванні, створюють провокаційні умови: температуру не нижче 15 °С та відносну вологість повітря близько 95 %. У разі виявлення захворювання картоплю використовують негайно. На уражених ще в полі бульбах ризоктоніозом під час зберігання розвиваються переважно гриби, що спричинюють суху гниль. Цьому запобігають протравлюванням садивного матеріалу. Бактеріальні хвороби, що викликають кільцеву або мокру гниль, як правило, виникають вже після появи грибних хвороб за підвищення температури та невисокого вмісту в повітрі кисню. Часто на бульбах виявляють нематоди у вигляді бурих плям (а пізніше засохлі шкірочки), а також кліщів.

#### 9.1.4. Диференційований режим зберігання бульб

У зв'язку зі зміною фізіологічного стану бульб у період зберігання (висока інтенсивність життєдіяльності після збирання, перехід до стану глибокого спокою, глибокий спокій, підвищення інтенсивності дихання, проростання) застосовують *диференційований режим зберігання*, який, залежно від стану бульб, поділяють на періоди: 1) лікувальний; 2) виведення в основний режим; 3) основний, коли застосовують оптимальний режим зберігання для певного сорту картоплі; 4) вимушеного спокою, коли температуру знижують, щоб запобігти проростанню (табл. 9.1).

Таблиця 9.1

**Дихання і виділення теплоти картоплею залежно від пошкодженості бульб** (температура зберігання 3 °С, за С. Ф. Поліщуком)

Період зберігання	Кількість травмованих бульб в урожаї, %	Інтенсивність дихання бульб, мг CO <sub>2</sub> на 1 кг за рік	Виділення теплоти		
			кДж (ккал) на 1 т за період	% до основного (третього) періоду)	
1	2	3	4	5	
<i>Сорт Столова 19</i>					
Перший (підготовчий)	0	9,7	104,0	(24,8)	373,1
	8 – 10	11,4	122,2	(29,1)	308,1
	10 – 15	13,4	143,6	(34,2)	335,0
	15 – 21	15,3	164,0	(39,1)	300,2
Другий (зниження температури)	0	5,6	60,0	(14,3)	215,4
	8 – 10	6,9	74,0	(17,6)	186,5
	10 – 15	8,2	87,9	(20,9)	205,0
	15 – 21	9,7	104,0	(24,8)	190,3
Третій (зимове зберігання)	0	2,6	27,8	(6,6)	100,0
	8 – 10	3,7	39,6	(9,4)	100,0
	10 – 15	4,0	42,9	(10,2)	100,0
	15 – 21	5,1	54,6	(13,0)	100,0

1		2	3	4	
Четвертий (весняне зберігання, підготовка до садіння)	0	3,4	34,6	(8,7)	130,8
	8 – 10	5,4	57,9	(13,9)	146,0
	10 – 15	6,2	66,4	(15,8)	155,0
	15 – 21	8,6	92,2	(22,0)	168,7
<i>Сорт Приєкульська рання</i>					
Перший (підготовчий)	0	9,6	85,0	(20,4)	282,4
	8 – 10	11,0	117,9	(28,1)	255,9
	10 – 15	12,1	129,7	(30,9)	263,1
	15 – 21	13,0	139,4	(33,2)	228,1
Другий (зниження температури)	0	6,1	65,4	(15,6)	179,5
	8 – 10	7,3	78,2	(18,6)	169,8
	10 – 15	8,3	89,0	(21,2)	130,4
	15 – 21	8,8	94,3	(22,5)	154,0
Третій (зимове зберігання)	0	3,4	36,4	(8,7)	100,0
	8 – 10	4,3	46,1	(11,0)	100,0
	10 – 15	4,6	49,3	(11,3)	100,0
	15 – 21	5,7	69,8	(16,6)	100,0
Четвертий (весняне зберігання, підготовка до садіння)	0	5,6	60,0	(14,3)	164,7
	8 – 10	6,9	74,0	(17,6)	160,5
	10 – 15	8,3	89,0	(21,2)	180,5
	15 – 21	11,5	123,3	(29,4)	201,8

Не всі бульби потребують створення умов і проведення лікування. Здорові бульби відразу можна виводити в основний режим, і це забезпечує її тривале зберігання.

**Лікувальний період** буває різним за тривалістю і залежить насамперед від травмованості та захворюваності бульб. Пошкоджені та хворі бульби за низької температури (2–5 °С) залишаються хворими, пошкодження їх не заліковуються, під кінець зберігання вони втрачають якість і їх відносять до технічного браку. Тому лікувальний період для більшості бульб, зібраних комбайнами та відсортованих на сортувальних столах, має бути обов'язковим. Тривалість його має бути такою, щоб утворились необхідні шари суберину шкірних покривів.

Разом з тим, якщо у вегетаційний період зберігалися високі температури й сума ефективних температур за літо становить понад 2000 °С, то лікувальний і наступний період виведення в основний режим зберігання проводять швидко. Протягом усього періоду зберігання, зокрема й у лікувальний період, потрібно підтримувати високу вологість повітря (не менше 80 %). Якщо бульби картоплі тримають на сонці, як це часто роблять деякі виробники, то ранева перидерма не утворюється, а просто пошкоджені місця засихають. Тому проводити лікувальний період картоплі, наприклад, на

буртмайданчику, слід під солом'яним укриттям, а якщо продовольча картопля зберігається у сховищі, – стежити за параметрами повітря, насамперед за тим, щоб вологість його не була низькою. У цей період виявляють також ушкодженість бульб фітофторозом.

**Період поступового виведення в основний режим**, як і лікувальний, передбачає охолодження бульб за допомогою активного вентилявання. Проте, якщо в лікувальний період вентилявання зазвичай здійснюють цілодобово, то в цей період вентилятори вмикають лише тоді, коли температура навколишнього середовища нижча за температуру картоплі. Відносна вологість повітря в цей час (восени) переважно висока, оскільки вентилявання проводять уночі, коли температура повітря нижча, ніж удень. Залежно від якості бульб та умов вегетаційного періоду, поступове охолодження триває 10–40 днів, тому що різке зниження температури є шкідливим для недозрілої і не досить здорової картоплі.

Таблиця 9.2

**Вплив температури зберігання на вихід повноцінних бульб картоплі**

Сорти картоплі за стиглістю	Вихід повноцінних бульб за період зберігання, %, залежно від температури, °С						
	-1	0	+1	+2	+3	+5	+7
<i>Ранньостиглі</i>							
Бородянська рожева	59	88	88	91	91	89	85
Вармас	79	95	88	94	94	92	86
Житомирська	88	95	95	97	95	95	92
Прикульська рання	75	81	93	94	94	85	73
Чарівниця	63	75	91	95	88	85	84
<i>Середньостиглі</i>							
Гатчинська	89	95	92	94	93	91	91
Лорх	–	–	83	94	87	80	80
Огоньок	72	91	84	94	91	89	87
Столова 19	76	80	91	95	91	90	88
Юбель	67	91	92	96	94	91	90
<i>Пізнєостиглі</i>							
Поліська рожева	–	–	87	87	92	88	92
Сулев	87	93	92	94	93	91	84
Темп	70	87	92	94	89	91	89

**Основний період**, залежно від сорту, триває 140–230 днів. Температура в цей час становить 1–5 °С. Для деяких сортів (Столова 19, Темп, Розвариста, Сотка, Старт, Білоруська крохмалиста, Вармас, Житомирська, Юбель) оптимальною є температура 4–6 °С. За температури 2–3 °С найкраще зберігати картоплю сортів Гатчинська, Верба, Агрономічна, Огоньок, Зміна, Любима, Дружна, Поліська рожева, Чарівниця, Смачна, Лошицька, Пригожа, Скороспілка, а за температури 1–2 °С – Бородянська, Фаленська, Мрія,

---

---

Берлінхінген, Білоруська рання, Зірка. Насінну й ранню картоплю зберігають за ще нижчих температур. Температуру зберігання бульб нових сортів, які з'являються в районуванні, брати в супровідних до сорту рекомендаціях.

**Період вимушеного спокою** настає тоді, коли бульби знаходяться у кінці спокою, тобто вони здатні проростати, але цьому перешкоджають низькі плюсові температури. Картоплю будь-якого цільового призначення зберігають, запобігаючи проростанню. Для подальшого використання картоплю насінного призначення швидко озеленюють і дають змогу утворитися на світлі нормальним зеленим росткам. Під час зберігання бульб продовольчого призначення температуру ще знижують, а за тиждень до використання її отеплюють.

#### **9.1.5. Способи зберігання бульб картоплі різного цільового призначення**

Більшість насінної і кормової картоплі зберігають у буртах і траншеях. Під час зберігання картоплі, особливо в південних областях, важливо стежити за тим, щоб запобігти з осені її самозигріванню. Остаточо бурти з бульбами картоплі вкривають лише за настання постійної температури навколишнього повітря 4–5° С. Найкраще, коли картопля зберігається у буртах, обладнаних активною вентиляцією. За повільного охолодження картоплі, особливо в заглиблених буртах, потрібно застосовувати примусову вентиляцію, використовуючи вентилятори відповідної потужності, щоб питому подачу повітря забезпечувати в межах 50–80 м<sup>3</sup>/т/год.

Для вентиляції буртів місткістю до 20 т використовують невеликі вентилятори продуктивністю до 1000 м<sup>3</sup>/год. За підвищення температури в бурті чи траншеї вентилятори можна вмикати за будь-якої погоди, коли температура повітря є нижчою за температуру у бурті, закривши труби припливної (з протилежного боку) та витяжної вентиляції.

У буртах місткістю 240–260 т вентилявання у перші два тижні проводять цілодобово, а далі переважно в нічні години, залежно від температури продукції та зовнішнього середовища, оскільки надмірне вентилявання призводить до в'янення бульб і втрати ними стійкості проти захворювань.

Продовольчу картоплю зберігають переважно у стаціонарних сховищах з активною і примусовою вентиляцією. Залежно від типу вентиляції висота насипу картоплі у засіках може бути 2–2,5 і 3–4 м. Якщо сховища не обладнані калориферами для створення в зимовий час теплової зависи, то у верхніх шарах насипу чи у верхніх контейнерах за тарного зберігання утворюється конденсаційна волога, яка призводить до великих втрат бульб від гнилі. Для зниження негативної дії значного перепаду температур над поверхнею насипу та всередині його картоплю накривають гігроскопічним матеріалом (матами з соломи або з рогозу) або у верхніх контейнерах зверху насипають (на 1/4 місткості) столові буряки, які стійкі проти конденсаційної вологи. Можна також застосовувати й інші засоби профілактики відпотівання бульб.

---

---

Із встановленням у продукції постійної температури вентилявання проводять лише для обміну повітря. У типових сховищах з відповідною питомою подачею повітря щоденна тривалість вентилявання становить 30–60 хв. У період настання морозів та нерізкого коливання температури обмінну вентиляцію проводять через день протягом 20–30 хв рециркуляційним повітрям, а у разі відпотівання продукції тривалість вентилявання збільшують.

Порівняння різних способів зберігання бульб картоплі показує, що зберігання навалом дешевше, ніж у контейнерах, через високу вартість тари. Правильне зберігання картоплі дає добрі наслідки за використання різної місткості буртів. Процес зберігання контролюють щодня. Якщо є підозра щодо неправильності показів датчика-термометра, роблять контрольні відбори бульб від кожної партії.

У ранньовесняний період продовольчу картоплю зазвичай перевозять у холодильниках, чим досягають зниження температури продукції та гальмування процесу проростання. Бульби, призначені для продовольчого використання в червні – липні, за появи на них ростків до 0,5 см завдовжки за допомогою вентилявання малої інтенсивності ( $8 \text{ м}^3/\text{т}$  за годину) обробляють нонанолом, щоб загальмувати проростання. Для цього насип накривають мішками та плівками і поміщають місткість із нонанолом перед вентилятором. Потім вмикають вентилятор і обробляють картоплю до моменту почорніння ростків (8–10 днів). Через 10 днів чи за появи нових ростків обробку картоплі повторюють (5–6-кратна обробка дає змогу зберегти картоплю для споживання в липні).

Для гальмування проростання картоплі Міжнародною організацією охорони здоров'я (ВОЗ) рекомендована доза 0,1–1,15 кГр, а для обробки тари проти мікрофлори – 10–20 кГр.

Товарну обробку та фасування картоплі перед її реалізацією проводять на сортувальних і фасувальних машинах. Свіжі рани на бульбах у весняний період не заживають, тому перебирання картоплі потрібно проводити на механізмах, які не пошкоджують бульб. Як правило, сортувальні машини у великих сховищах розміщені всередині і для сортування та фасування бульб, окрім загального, встановлюють додаткове освітлення, яке дає змогу повністю видаляти пошкоджені бульби й використовувати їх залежно від якості.

Насінну картоплю сортують, затарюють і розміщують під тонким шаром соломи для захисту її від весняних приморозків та для озеленення. Особливо ретельно відбирають хворі бульби, а здорові, придатні для садіння, обов'язково дезінфікують, обробляючи фунгіцидами.

Обладнання, яке використовувалося для влаштування буртів і траншей (труби, розподільні решітки тощо), просушують і розміщують під навісами за вільного доступу повітря на весь період міжсезоння. Прилади здають на склад для зберігання.

---

---

## 9.2. Переробка бульб картоплі

Основні запасні речовини картоплі (крохмаль, білки, мінеральні речовини) під час переробки змінюються мало, тому її консервують різними способами. Картоплю переробляють на напівфабрикати, готові сушені продукти, консервовані у вигляді перших і других страв та закусочних консервів. Вона є сировиною для виробництва крохмалю, спирту, глюкози, гідролу та інших речовин.

Переробка картоплі значною мірою вирішує проблему зниження втрат під час зберігання бульб невеликих розмірів і травмованих, які становлять до 30 % загальних втрат.

Для виготовлення з картоплі продуктів переробки рекомендують використовувати певні сорти: Розвариста, Лошицькай, Темп, Передовик, Столова, Смачна, Гатчинська та ін.

Промисловість виробляє з картоплі:

1) продукти тривалого строку зберігання (не менше року) – сушену картоплю, сухе картопляне пюре, крупку, пластівці, гранули, стовпчики та інші з вологістю не більше 12 %;

2) заморожені продукти короткочасного зберігання (не менше 3 міс.) – гарнірну, рублену та нарізану шматочками картоплю, пиріжки, картопляні котлети, пюре та ін.;

3) консервовану картоплю – очищені, підсолені та відварені до напівготовності невеликі бульби вкладають у скляні або жерстяні банки з подальшою стерилізацією. В інших країнах способом стерилізації готують солодку картоплю, “зірвані пиріжки” тощо;

4) продукти короткочасного зберігання (до 1 міс.) – хрустку, обжарену картоплю, картопляні крекери, чіпси;

5) овочеві концентрати – в гранульованому чи розсипчастому вигляді, готові продукти для швидкого приготування страв;

6) консервовані, готові до вживання продукти: перші страви – борщ, капуста, розсольник, супи; другі страви – картоплю печену з різними добавками та в поєднанні з іншими продуктами, фаршировану картоплю, картопляні зрази, біфштекси, котлети, гуляші та інші, а також солодкі страви з картоплі – креми, киселі, де використовують картопляний крохмаль.

### *Вимоги до сировини для переробки картоплі*

Технічна, або заводська, картопля, тобто призначена для переробки на крохмаль, спирт та інші продукти, повинна бути діаметром не менше 3 см, дрібніші бульби не приймають для переробки на крохмаль. Недоспілих бульб (з легко відстаючою шкіркою) може бути не більше 5%; не допускаються також морожені бульби.

Основною вимогою до заводської картоплі є її висока крохмалистість (не менше 14%).

Керуючись Держстандартом на заводську картоплю, відбирають проби, визначають забруднення, розмір бульб, пошкодженість хворобами й інші

---

---

показники якості. Крохмалистість установлюють за питомою масою, користуючись картопляними вагами. Останні – це десяткові ваги, пристосовані для визначення питомої маси картоплі способом занурення її у воду. Ваги закріплені на металевій стійці над залізним баком місткістю 30 – 50 літрів і мають два сітчасті кошики для зважування картоплі. Практично крохмалистість визначають за допомогою вагів Парова (дод. рис. 10).

Питому масу визначають за різницею у вазі 5 кг картоплі в повітрі й під водою. Між питомою масою й вмістом сухої речовини в картоплі є визначена залежність. Так, за питомої маси 1,0684 кількість сухої речовини в 16,1 разів більша питомої маси. Бульби з питомою масою 1,0776 містять сухої речовини в 17,8 разів більше, з питомою масою 1,08708 в 19,5 разів, 1,13903 в 28,3 разів і т.д.

У свою чергу, між вмістом сухої речовини й крохмалю в картоплі також є визначена залежність. Звичайно кількість крохмалю складає 63–86% загальної кількості сухої речовини картоплі.

Замість згаданих ваг під час визначення крохмалистості зручно користуватися вагами Парова, що мають коромисло, градуйоване у відсотках крохмалю.

### ***9.2.1. Виготовлення хрусткої картоплі (чіпсів)***

Чіпси одержують шляхом обжарювання та одночасного висушування в олії нарізаної тоненькими кружками картоплі. За органолептичними показниками, це золотисто-жовтого кольору, хрусткої консистенції продукт, який містить 4 % білка, 35–40 % жиру, 50 – крохмалю, до 2 – солі, до 5 % – води. Енергетична цінність 100 г чіпсів у середньому становить 2,5 МДж.

Для переробки беруть бульби, які містять не більше 0,4 % цукрів. За більшого його вмісту в процесі обжарювання картоплі між цукрами та амінокислотами відбувається реакція мелаїдиноутворення з утворенням темнозабарвлених продуктів. За недостатнього вмісту цукру в картоплі (0,1 %) її потрібно довше жарити для того, щоб вона набула золотистого забарвлення, що часто призводить до пережарювання.

**Підготовка бульб** полягає у калібруванні (діаметр не менше 4 см), митті, очищенні, інспектуванні з ручним доочищенням, різанні на кружки завтовшки 0,8 – 1,7 мм (для рівномірного обжарювання), видаленні крохмалю та цукру (промиванням), підсушуванні від зайвої вологи, обжарюванні. Обжарюють у спеціальних печах на соняшниковій, арахісовій або кукурудзяній олії за температури 160 – 180 °С протягом 3 – 4 хв. Олію періодично міняють, дрібні часточки продукції видаляють. Картоплю охолоджують на конвеєрі, інспектують, зважують і пакують на фасувальних автоматах у пакети з целофану масою 50 г. Продуктивність ліній 100–400 кг/год хрусткої картоплі. Витрата сировини на 1 т готового продукту: 3,5 т картоплі; 450 кг олії; 17 кг кухонної солі. Строк зберігання чіпсів становить 4–5 діб за температури 18–20 °С, 4 – 5 тижнів за температури 1 – 2 °С.



---

---

**Жарену заморожену картоплю** виготовляють як напівфабрикат для виготовлення різних страв. Для цього її достатньо підігріти з невеликою кількістю олії (жиру). Використовують як окрему страву, на гарнір до м'ясних та рибних страв. Технологічна схема її приготування передбачає миття, очищення парою чи лугом, доочищення, різання на шматочки розміром 9–6 мм, промивання, бланшування за температури 90–95 °С протягом 8–10 хв, підсушування гарячим повітрям, обжарювання на вібраційному конвеєрі в спеціальних печах спочатку за температури 180–185 °С протягом 4 хв, а потім – 1 хв (у наступному відділенні) за температури 160–155 °С. За повільного обжарювання картоплі м'якоть відстає від шкірочки, а за дуже швидкого – обсушується поверхня за напівсирої м'якоти.

Після обжарювання картоплю ставлять у морозильні апарати (камери) на 12 хв, де вона замерзає за температури мінус 40 °С. Заморожену картоплю фасують у картонні пакети з парафінованого картону і зберігають за температури не вище мінус 17 °С. Готовий продукт має світло-коричневе забарвлення, містить до 10 % жиру (залежно від ступеня готовності). На підприємствах громадського харчування картоплю залишається тільки підігріти.

Під час консервування картоплі найчастіше виявляються такі її вади, як розсипчастість і потемніння м'якоти. Розсипчастість під час варіння та стерилізації характерна для картоплі з дуже великими крохмальними зернами, які можуть утворюватися за нерівномірних умов зволоження у вегетаційний період та нестачі калію чи за малої кількості кальцію і магнію у ґрунті, перетворення протопектину на пектин внаслідок надмірної теплової обробки.

**Потемніння м'якоти** картоплі буває неферментативним і ферментативним. Перше спостерігається під час утворення темнозабарвлених продуктів у місці прикріплення столонів внаслідок взаємодії тривалентного заліза з ортогідрофенолом, який виділяється з хлорогенової кислоти під час варіння картоплі, друге – під час використання механічно пошкоджених бульб.

Щоб запобігти потемнінню, картоплю обробляють 1 %-м розчином кальцію хлориду, а для стабілізації вмісту у ній вітаміну С використовують сірки оксид. У сушеній картоплі вміст останнього допускається не більше 0,04 %, а в пюре – не більше 0,015 %.

Сушені продукти з картоплі за неправильного зберігання можуть темніти, відволожуватись або пошкоджуватись комірними шкідниками внаслідок порушення герметичності упаковки. Тому найкраща упаковка для них – з жорсткої жерсті, яка, крім того, перешкоджає механічному подрібненню продукту. Зберігати готову продукцію потрібно в сухих приміщеннях з відносною вологістю повітря 60 – 65 % та температурою не вище 10 °С.

---

---

### 9.2.2. Виробництво крохмалю

Картопля має великі крохмальні зерна, тому є доброю сировиною крохмале-патокової промисловості. Крохмаль складається з великої кількості залишків глюкози. Залежно від ступеня дії на молекули крохмалю можна отримати такі продукти: амілодекстрини, тетрацукри, мальтозу, глюкозу.

Заводи з переробки картоплі на крохмаль зосереджені переважно у місцях вирощування та зберігання картоплі. Продуктивність невеликих заводів становить 60 – 100, великих – 300 – 500 т бульб за добу. Виробництво сезонне, триває 4 – 5 міс.

Висококροхмалисті сорти картоплі вирощують на ґрунтах легкосуглинкового гранулометричного складу. Найбільший вміст крохмалю у бульбах там, де до неї прикріплюються столони, та в зоні розміщення камбіальної тканини. Решта речовин – клітковина, білки, пектинові речовини, цукри, жир, зола та інші є відходами виробництва (барда) і використовуються на корм худобі.

**Бульби для виробництва крохмалю** повинні мати відповідний стан тургору (в'язлі чи підв'язлені непридатні). Серед них не повинно бути позеленілих (впливають на вихід крохмалю), може міститися невелика кількість травмованих та загнилих. Бульби, що зберігалися за температури нижче 5 °С, потрібно отеплити протягом 5 – 10 днів.

Технологічна схема виробництва крохмалю така: миття, подрібнення, відокремлення сокових вод від м'язги та крохмалю із сокових вод (крохмального молока), рафінування, сушіння й фасування крохмалю.

Крохмаль, як запасна речовина, міститься всередині клітин у вигляді нерозчинних у воді крохмальних зерен. Тому для повного видалення крохмалю з клітин їх потрібно “розірвати”. Це здійснюють на перетиральних машинах. У шкірці та підшкірних шарах крохмалю нема, і вони є перешкодою для виділення з клітин крохмальних зерен. Одержана кашка (м'язга) має бути дрібною, оскільки від ступеня подрібнення картоплі залежить вихід крохмалю. Кашка подається на ситові станції, де розділяється на крохмальне молоко й барду, яка містить клітковину, частину білкових речовин та частину крохмалю. Решта речовин – цукор, азотисті розчинні, крохмаль, пектинові й мінеральні речовини потрапляють у крохмальне молоко. У крохмалі залишається тільки частина солей фосфору.

**Технологічні схеми отримання крохмалю** є різні. Найпростіші – на ситових станціях та відстоюванням. *Ситові станції* за конструкцією бувають різні. Звичайна ситова станція складається з укріпленої рами та сита, що обертається. Плоскі коливальні сита мають розмір 1×4 м та певний нахил. Над ними розміщені форсунок, що подають воду, яка вимиває крохмаль з мезги. Над ситами встановлені дозувальні лотки. Ситова поверхня складається з двох барабанів, що обертаються. Розділення м'язги на воду з крохмалем та клітковину здійснюється відцентровою силою (дод. рис. 11).

---

---

Виділена на ситах тверда фракція містить ще частину крохмалю, тому її подають на станції вимивання, де за допомогою щіткових машин і води відбувається вимивання (в кілька стадій) решти крохмалю.

У крохмальному молоці містяться білкові речовини та дрібні частинки м'язги, тому його очищають (рафінують). Для цього використовують чани, всередині яких періодично рухається (зверху вниз) пристрій для розмішування крохмального молока. У чані є отвори для видалення води, бруду та чистого крохмалю: внизу чистий крохмаль, зверху відстояного крохмалю – бруд, а зверху бруду – вода. Спочатку шлангом зливають воду, потім відкривають люк і зчищають з крохмалю бруд. У чан наливають чисту воду, перемішують з нею крохмаль і залишають на 8 год, після чого знову розділяють фракції, видаляють бруд і заливають водою утретє, після чого крохмаль вибирають і відправляють на наступний процес.

Таким же екстенсивним способом виробництва крохмалю є *відстоювання*, де для його виділення використовують неглибокі лотки з нахилом 2 мм на 1 погонний метр. Розміри лотків: висота – 25 см, ширина – 26 см, довжина – 12 м. У лотки повільно (щоб крохмальні зерна могли осісти на дно) наливають крохмальне молоко. У кінці лотка є три отвори: спочатку зливають воду, зчищають бруд, а потім забирають чистий крохмаль.

Зазначені технології можна застосувати за невеликого обсягу виробництва крохмалю та в умовах індивідуального господарства. На великих заводах використовують *центрифуги* або *агрегати системи Пазирука–Чудинова*, на яких маса розділяється за густиною: бруд, вода, крохмаль. Одержаний крохмаль – сирий продукт вологістю 50 %.

На деяких заводах центрифуги замінено батарейними гідроциклонами. Вони більш економічні, мають менші габарити і забезпечують вищий ступінь виділення крохмалю.

Останнім часом центрифуги заміняють батарейними гідроциклонами, що відрізняються більшою економічністю, меншими габаритами й вищою якістю відділення крохмалю. Гідроциклон ГБ-1 складається з 16 елементарних гідроциклонів, кожний з яких є невеличкою трубкою конічної форми, діаметр в розширеній частині дорівнює 20 мм. Поблизу розширеного кінця трубки є отвір, через який у напрямку дотичної (перпендикулярно осі трубки) під тиском надходить крохмальна суспензія. Внаслідок завихрення, що утвориться, рідина в трубці обертається тим швидше, чим менше діаметр трубки. Під дією відцентрової сили крохмаль притискається до стінок і у вигляді згущеної суспензії виходить через вузький кінець трубки, а освітлена сокова (або промивна) вода – через широкий. Для кращого відокремлення крохмалю, зазвичай, послідовно встановлюють серію батарейних гідроциклонів. Продуктивність ГБ-1 по картоплі – 40 т на добу. Чистий, промитий крохмаль піддають сушінню.

**Сушіння крохмалю.** Крохмаль, отриманий осадженням, має вологість 48–49%, а центрифугуванням – близько 38%. Його висушують до вологості 20%. Під час сушіння важливе значення має температура. Нагрівання

---

---

крохмалю вище 45 може викликати часткову його клейстеризацію. Сухий крохмаль витримує нагрівання до 100 °С.

Для сушіння крохмалю застосовують сушарки різних типів, наприклад, барабанну сушарку системи Грачова продуктивністю до 15,5 т сухого крохмалю на добу.

Висушений крохмаль може містити деяку кількість крупки, що складається з грудочок злиплого крохмалю. Для відокремлення крупки крохмаль просівають у буратах або на розсівах. При цьому крохмаль охолоджується. Просіяний крохмаль упаковують у мішки й зберігають у сухому приміщенні.

На заводі з картоплі, звичайно, виробляють близько 85% крохмалю, визначеного за питомою масою, інший крохмаль потрапляє в мезгу й стічні води.

Відходами виробництва крохмалю є барда, що містить 6 % сухих речовин. У свіжому вигляді це добрий корм. Під час зберігання в умовах підвищених температур у барді відбуваються мікробіологічні процеси, тому її потрібно використовувати тільки свіжою. Найчастіше барду віджимають на пресах і використовують на корм, а воду – для зрошення.

### **9.2.3. Виробництво спирту**

Коли середньовічні алхіміки вперше отримали спирт з виноградного вина, вони назвали цю рідину Spiritus vini, тобто духом вина. Звідси й виникла назва “спирт”, яке увійшло в багато мов світу. Довгий час спирт отримували виключно з вина. Потім був знайдений спосіб зброджування зерна, а в міру поширення картоплі в справу пішла й вона. Нині картопля займає чільне місце в сировинному балансі спиртової промисловості поряд з зерном і мелясою і навіть вважається найбільш поширеною і економічною сировиною для отримання спирту. Картопляний крохмаль легко розварюється, клейстеризується та оцукрюється. Крім того, картопля відрізняється від зернових підвищеною врожайністю – з одиниці посівної площі картоплі можна отримати спирту в 2–3 рази більше, ніж з такої ж площі зернових.

Тому кращим видом рослинної сировини для спиртової промисловості визнано картоплю. У сучасних виробництвах для переробки на спирт застосовують високоврожайні технічні сорти картоплі, що володіє високою крохмалистістю, стійкістю під час зберігання.

Цю сировину використовують і в зарубіжному виробництві. Наприклад, в Польщі горілку в більшості виробляють з картоплі, про що чесно повідомляють на етикетці.

Спирт з картоплі незамінний у фармацевтичній, парфумерній та лікеро-горілчаній промисловості.

**Характеристика етилового спирту.** Етиловий спирт (етанол) – це безбарвна прозора рідина з різким запахом і пекучим смаком. Етанол зміщується з водою в будь-яких співвідношеннях, у великих дозах отруйний. Спирт та його міцні водні розчини легко спалахують і горять, не коптять

полум'ям. Пари спирту шкідливі для людини, гранично допустима їх концентрація в повітрі 1 мг/л. Спирт вибухонебезпечний. Етиловий спирт гігроскопічний, поглинає вологу з повітря, з рослинних і тваринних тканин, викликаючи їх руйнування. Хімічно чистий спирт має нейтральну реакцію ( $pH = 7$ ). Харчовий спирт через присутність органічних кислот має слабокислу реакцію. Харчовий спирт виробляють тільки з харчової сировини.

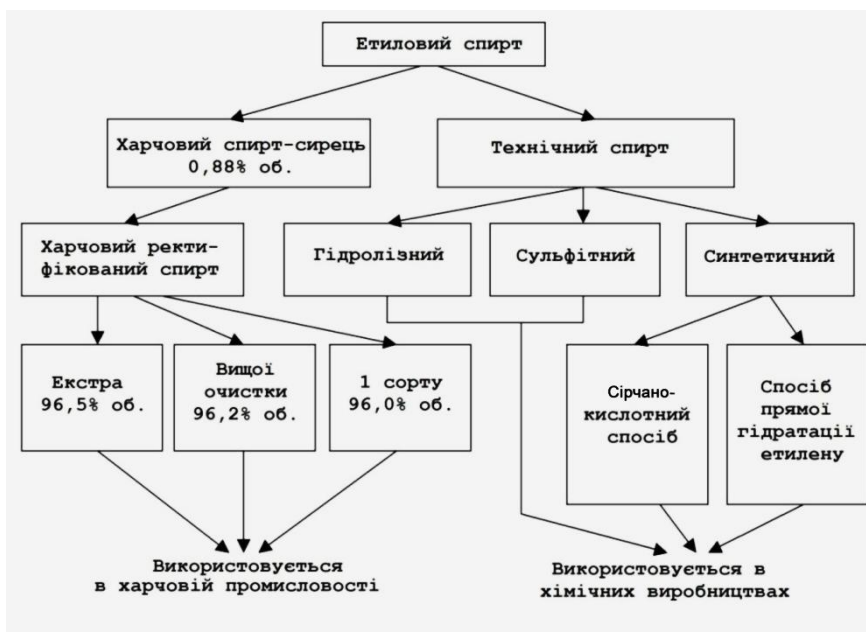


Рис. 43. Види та способи отримання етилового спирту

Використання картоплі на технічні цілі має дуже важливе значення. Вона є цінною сировиною для харчової промисловості. З неї виробляють крохмаль і спирт, з яких, у свою чергу, виробляють патоку і глюкозу, клей, вітамін С, синтетичний каучук, медикаменти й десятки інших цінних продуктів.

З 1 т картоплі можна отримати 170 кг крохмалю або 80 кг глюкози. Під час переробки в крохмаль 1 т картоплі дає 1 т мезги, використуваної на корм худобі. З тієї ж тонни картоплі можна виробити 112 л етилового спирту, 55 кг рідкої вуглекислоти і як відход – отримати ще 1500 кг барди, яку теж використовують на корм.

Картопляний крохмаль дає вищий вихід спирту.

На спиртових заводах переробляють технічні сорти картоплі, що відповідають таким вимогам:

- високий вміст крохмалю;
- висока врожайність;
- стійкість до захворювань;
- стійкість під час зберігання.

Система виробництва спирту з картоплі дещо відрізняється від зернових, і тому отримані спирти відрізняються за органолептикою.

---

---

Виробництво спирту складається з трьох основних етапів:

- *підготовчого* – очищення сировини від домішок, приготування солоду або культур плісневих грибів;

- *основного* – розварювання крохмалистої сировини, оцукрювання крохмалю, зброджування оцукреної маси, перегонка бражки та отримання сирого спирту;

- *завершального* – ректифікація.

Етиловий спирт з харчової сировини і деревини отримують за одним і тим же принципом зброджування цукрів під дією ферментів дріжджів. Відмінність полягає лише в способах гідролізу полісахаридів сировини до зброджування цукрів: крохмаль харчової сировини гідролізують біохімічним методом за допомогою ферментів (амілаз), а целюлозу деревини – хімічним способом, впливаючи на неї мінеральними кислотами.

В основі виробництва етилового спирту з бульб картоплі лежать два біохімічних процеси:

➤ гідроліз (оцукрювання) крохмалю, що міститься в сировині, і зброджування цукрів, що утворилися, на спирт і вуглекислий газ;

➤ фізичний процес розділення рідин за точками кипіння.

Виробництво спирту з крохмалистої сировини складається з таких основних технологічних процесів:

▪ підготовки сировини – миття, очищення від сторонніх домішок;

▪ теплової обробки (розварювання) з водою за температури 120–150 °С і тиску не менше 588 кПа (6 атм) для руйнування клітинної структури і розчинення крохмалю;

▪ охолодження розвареної маси;

▪ оцукрювання крохмалю під дією ферментів, що містяться в солодовому молоці або чистій культурі цвілевих грибів, протягом 5–10 хв за температури 57–58 °С;

▪ зброджування мальтози та декстринів (після перетворення їх у мальтозу) в етиловий спирт і вуглекислий газ під дією ферментів дріжджів для отримання зрілої бражки, яка містить 7–10% спирту;

▪ виділення з бражки шляхом її перегонки з парою в спеціальних колонках спирту-сирцю, що містить 88% об. етилового спирту та отримання в процесі бродіння домішок;

▪ повторної перегонки спирту-сирцю на ректифікаційному апараті періодичної або безперервної дії для отримання ректифікованого спирту міцністю 96–96,5% об. Спирт-ректифікат отримують також безпосередньо з бражки на безперервно діючих брагоректифікаційних апаратах, де зі спирту-сирцю виділяють домішки.

Домішки є вторинними і побічними продуктами спиртового бродіння. Більшість їх погано впливає на організм людини, і тому залишкова кількість і склад домішок впливає на якість спирту-ректифікату і отриманих з нього лікєро-горілочаних виробів. За загального вмісту домішок у спирті-сирці 0,3–0,5% в їх складі ідентифіковано більше 50 сполук, які можуть бути віднесені

до однієї з чотирьох груп хімічних речовин: альдегідів і кетонів, ефірів, вищих спиртів (сивушні масла) і кислот.

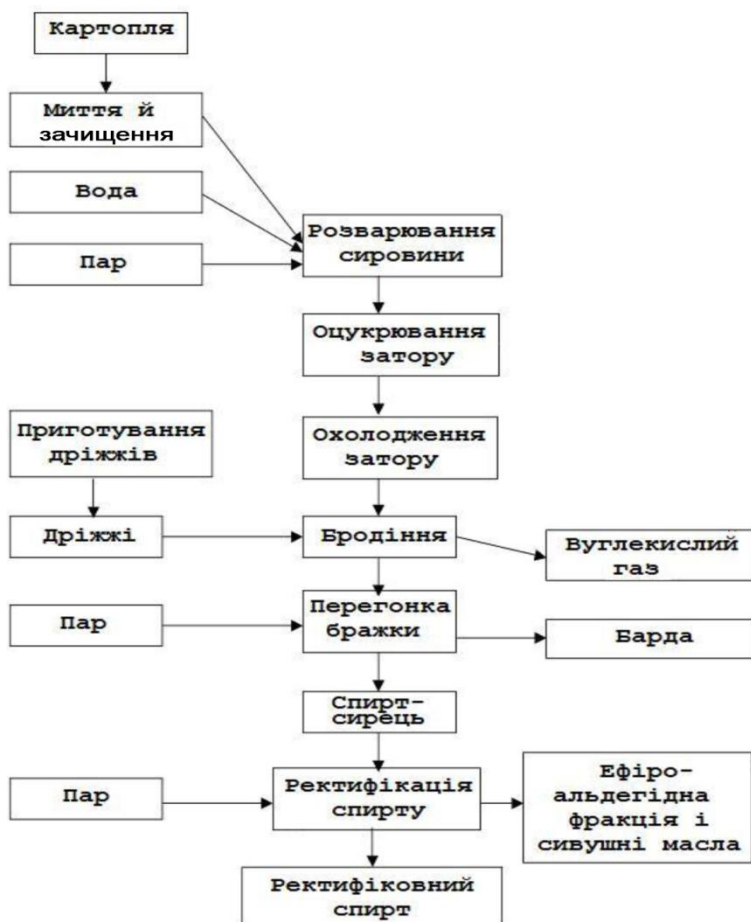


Рис. 44. Технологічна схема виробництва спирту-сирцю з картоплі

Очищення (ректифікація) спирту-сирцю від домішок є обов'язковою умовою подальшого використання спирту для приготування горілки і лікоро-горілчаних виробів. Ректифікація шляхом перегонки спирту-сирцю заснована на різних точках кипіння під час нагрівання етилового спирту та забруднюючих його домішок. Залежно від ступеня летючості ці домішки бувають головними, хвостовими і проміжними.

Головні домішки киплять за температури нижче кипіння етилового спирту. Це альдегіди (оцтовий та ін), ефіри (мурашиноетиловий, оцтово-метиловий, оцтовоетиловий тощо), метиловий спирт. До хвостових відносять домішки, що киплять за температури вище температури кипіння етилового спирту. Це в основному сивушні масла, тобто вищі спирти – пропіловий, ізопропіловий, бутиловий, ізобутиловий, аліловий тощо. До хвостових домішок відносять також фурфурол, ацетали та деякі інші речовини.

---

---

Проміжні домішки є найбільш важковідокремлюваною групою сполук. Залежно від умов перегонки вони можуть бути і головними, і хвостовими. У цю групу домішок входять ізомаляноетиловий, ізовалеріаноетиловий, оцтовоізоаміловий, ізовалеріаноізоаміловий ефіри.

У деяких випадках спирт-сирець перед ректифікацією попередньо піддають хімічній обробці для звільнення від домішок: розчином NaOH обмилують складні ефіри і перетворюють їх у солі летких кислот; розчином  $KMnO_4$  окислюють альдегіди в неграничні з'єднання.

**Відходи виробництва спирту з картоплі.** Поряд зі спиртом утворюється низка побічних спиртопродуктів та відходів виробництва:

- барда, що є водною суспензією органічних залишків;
- головна фракція – етиловий спирт;
- сивушне масло;
- лютерна вода;
- шлам від промивок устаткування;
- вуглекислий газ.

Напрямок використання побічних продуктів вирішується залежно від місця прив'язки типового проекту.

Барду використовують для відгодівлі сільськогосподарських тварин, отримання гліцерину, бетаїну, глютамінової кислоти, а також в якості поживного середовища для вирощування кормових дріжджів та отримання кормового вітаміну  $B_{12}$ . Зі зрілої меласної бражки відокремлюють сепаруванням дріжджі, які використовують у хлібопекарській промисловості.

Картопляна барда є цінним кормовим продуктом, бо в її склад входять білкові речовини, вуглеводи, органічні кислоти, жири, вітаміни, мінеральні речовини та ін. Її використовують на кормові цілі в натуральному вигляді, як добавки до комбікормів і т. д.

Побічні продукти ректифікації – головна фракція і сивушне масло – містять цінні речовини. Головна фракція містить до 90 об.% етилового спирту і близько 2–6% домішок (в основному ефіри і альдегіди). З головної фракції отримують ректифікований спирт і концентрат головної фракції, який використовують в якості джерела вуглецю під час вирощування кормових дріжджів.

Сивушне масло є цінним продуктом, до складу якого входять в основному вищі спирти (ізоаміловий, ізобутиловий, пропіловий). Сивушне масло розкладають на компоненти і потім використовують для синтезу запашних речовин та медичних препаратів, у лакофарбовій, фармацевтичній та ін. промисловості.

На спиртових заводах також передбачено комплексне використання сировини і побічних продуктів виробництва. Поряд зі спиртом випускають рідкий або твердий діоксид вуглецю. Рідкий діоксид вуглецю знаходить широке застосування у виробництві безалкогольних напоїв, мінеральних та газованих вод; його застосовують під час зварювання, механічної обробки металів, для вибухових робіт, вогнегасників та інших цілей. Твердий діоксид вуглецю (сухий лід) використовують як хладогент.



---

---

### *Запитання для самоперевірки*

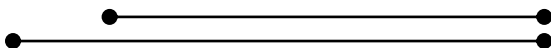
1. Які особливості хімічного складу картоплі?
2. Які фактори вирощування впливають на якість і лежкість бульб?
3. Які є технології збирання та післязбиральної доробки бульб картоплі?
4. Який принцип роботи сортувальних столів КСП-15А, КСП-25?
5. Як знизити травмованість бульб картоплі?
6. Охарактеризуйте бульби картоплі як об'єкт зберігання.
7. Що є основою за визначення потенційної лежкості картоплі?
8. Який хімізм дії природних і штучних інгібіторів?
9. Яка причина зміни органолептичних показників бульб під час зберігання?
10. Чим пояснюється застосування диференційованого режиму зберігання бульб картоплі?
11. Які є способи зберігання різних партій бульб?
12. У чому подібність і відмінність зберігання насінної, продовольчої і технічної картоплі?
13. Які вимоги до якості картоплі, призначеної для переробки?
14. Які є способи виробництва крохмалю з картоплі?
15. Як контролюють виробництво і зберігання консервованої продукції?
16. Які є технології виробництва крохмалю із картоплі?
17. Що є основою виробництва спирту з картоплі?
18. Де використовують відходи переробки картоплі на спирт?

---

---

## РОЗДІЛ 10

# ЗБЕРІГАННЯ ТА ПЕРЕРОБКА КОРЕНЕПЛОДІВ ЦУКРОВИХ БУРЯКІВ



### 10.1. Зберігання коренеплодів цукрових буряків

#### *10.1.1. З історії розвитку цукробурякового виробництва*

Цукровий порошок виробляли в III–IV ст. н. е. в Давній Індії (на батьківщині цукрової тростини). Після завоювання Індії Олександром Македонським солодка тростина стала відома європейцям. Відтоді її почали поширювати на узбережжі Середземного моря, були навіть намагання акліматизувати її в Європі. Потім на 300 – 400 років про неї забули, аж поки наприкінці XV ст. Колумб відкрив Новий Світ – Америку. Він завіз тростину на Кубу, звідки вона поширилась на обох американських материках.

Через деякий час англійські, польські та португальські підприємці починають виробляти тростинний цукор і завозити його до Європи. Водночас у Європі почали будувати заводи з переробки тростини, а цукор вживати не лише як ліки, а як продукт харчування. Проте в XVI – XVII ст. цукор був дуже дорогим через великі транспортні витрати. Тому його споживали тільки багаті люди. Монополістом у виробництві цукру була Англія, через те європейці стали шукати іншу сировину. Проблему почали вирішувати у XVIII ст. У 1747 р. у Франції Наполеон був ініціатором впровадження шкіл, які готували спеціалістів для цукробурякового виробництва. Перший цукро завод в Україні побудовано в с. Макошин на Чернігівщині у 1824 р., а вже через 11 років їх було 67. Нині в Україні діє 86 цукрових заводів, які переробляють майже 20 млн т коренеплодів, до 90-х років переробляли 50 млн т на 190 заводах.

### 10.1.2. Особливості хімічного складу коренеплодів та зміни його під час зберігання



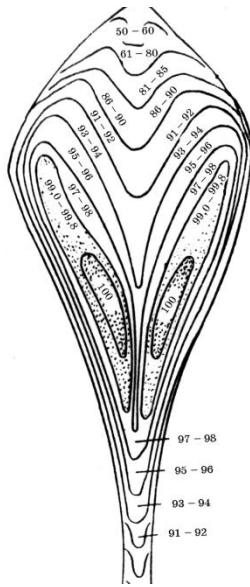
Середній хімічний склад коренеплодів цукрових буряків можна охарактеризувати такими даними:

Сахароза ( $C_{12}H_{22}O_{11}$ ) є основною складовою частиною сухих речовин цукрових буряків. Вміст її у свіжозібраних коренеплодах найчастіше коливається в межах 16–20 %.

Відомо, що в різних частинах коренеплоду міститься неоднакова кількість цукру (рис. 56). Це пояснюється неоднаковими фізіологічними функціями, які виконують різні групи клітин кореня. У вертикальному напрямі максимальна кількість цукру міститься в середній частині коренеплоду (18–19 %), особливо на межі кореня і шийки (19–20 %). Менше цукру в головці (14–15 %) і хвосту буряка (15 %). У горизонтальному напрямі (поперечний перетин) найменше цукру в центрі кореня і частинах, які прилягають до покривних тканин.

Крім сахарози, в цукрових буряках є моноцукри – глюкоза і фруктоза. У свіжих здорових коренеплодах кількість їх становить 0,04–0,1 %, а за несприятливих умов зберігання коренеплодів вміст моноцукрів може збільшуватися за рахунок зменшення вмісту сахарози.

Під дією ферментів та органічних кислот сахароза у водних розчинах гідролізується і розщеплюється на глюкозу та фруктозу. Цей процес називають *інверсією*, а утворений продукт – *інвертним цукром*. За виробництва цукру підвищений вміст цих речовин у буряках небажаний, тому що це утруднює кристалізацію сахарози і спричинює втрати її в патоці.



**Рис. 45.** Розподіл сахарози в зонах коренеплоду цукрового буряку

На зміну кількості інвертного цукру істотно впливають умови зберігання коренеплодів. Висока температура, ураження мікроорганізмами, заморожування і наступне розморожування, різка зміна температури в кагатах сприяють нагромадженню інвертного цукру, який не кристалізується.

Половина всіх нерозчинних речовин (м'якоті), або 2,4–2,5 % від маси коренеплоду, припадає на *пектинові речовини*. Порівняно з целюлозою (клітковиною) і геміцелюлозою – це менш стійкі компоненти м'якоті. Вони сполучаються з целюлозою, утворюючи так званий *протопектин*. Під час нагрівання, а також у розчині кислоти або лугу він розщеплюється на нерозчинну *целюлозу* та розчинний у воді *гідратопектин*.

У буряковому виробництві пектинові речовини гідролізуються з утворенням галактуранової кислоти, метилового спирту та інших речовин. Пектини буряків дуже чутливі до дії лугів. Галактуранова кислота утворює з  $\text{Ca}(\text{OH})_2$  драглистий осад, що утруднює фільтрування бурякового соку. Пектин бубнявіє у воді і збільшує в'язкість розчинів, утруднюючи дифузію соку.

Особливо небажані явища спостерігаються під час переробки буряків, уражених грибними захворюваннями. У цьому разі ферменти, що виділяються мікроорганізмами, гідролізують протопектин, збільшуючи кількість розчинного пектину. Під час переробки підгнилих буряків у процесі дифузії виділяються значні кількості пектинових речовин, які переходять у сік, що різко знижує його якість. Крім того, наявність їх у соку призводить до закупорювання шпарин фільтрів, що утруднює фільтрацію.

Вміст *азотистих органічних речовин* у цукрових буряках становить 1,1–1,2 % (азотисті речовини соку та азотисті речовини м'якоті). Серед них переважають білки (близько 0,7 %). Під час нагрівання соку білки коагулюють і здебільшого видаляються. До складу небілкових азотистих

речовин входять аміди та аміачні сполуки (0,15 %), амінокислоти (0,2 %), бетаїн (0,15 %) та ін.

У цукробуряковому виробництві частина азотистих речовин (амінокислоти й органічні основи, переважно бетаїн) вважаються шкідливими. Від цих форм азотистих речовин у процесі виробництва цукру сік звільнити неможливо, тому вони проходять разом з цукром до останніх фаз технологічного процесу, потрапляючи в патоку і збільшують втрати цукру кристалічно. Загальна кількість шкідливих азотистих сполук становить у коренеплодах близько 0,4 %.

*Вміст шкідливого азоту* в соку може значно змінюватися залежно від умов вегетації і зберігання цукрових буряків. Так, в умовах посушливого клімату цей вміст збільшується, знижуючи якість соку. Надмірне удобрення азотними добривами за нестачі фосфорного живлення створює умови для більш інтенсивного нагромадження в коренеплодах шкідливого азоту. У пошкоджених і вражених мікроорганізмами буряках вміст його різко зростає.

Особливо різкі зміни в складі азотистих речовин спостерігаються у заморожених, а потім відталих буряках. У цьому разі кількість білкового азоту зменшується на 40–50 % від початкової і відповідно збільшується вміст шкідливого в період довгострокового зберігання коренеплодів.

Після збирання та *під час зберігання* в коренеплодах цукрових буряків продовжуються життєві процеси. Так, після відокремлення листків під час збирання пластичні речовини поповнюються. Водночас процеси розпаду цукру в корені не припиняються і, під впливом нових умов, різко посилюються. Замість безперервного надходження води до кореня, спостерігаються втрати її, які спричиняють підв'ялювання буряків. Це, у свою чергу, призводить до посилення дихання, отже, до збільшення втрат цукру. Внаслідок випаровування вологи порушується тургор коренеплодів. Прямим наслідком втрати води є коагуляція колоїдів, тобто руйнування структури протоплазми, за якої знижується опірність коренеплодів до бактеріальних захворювань і посилюється гідролітична діяльність ферментів.

*Тривале в'янення* може призвести до незворотних процесів у клітинах та їх відмирання (табл. 10.1). Втрати вологи коренеплодами залежать від температури зовнішнього повітря, його відносної вологості, якості укриття, ступеня стиглості, розміру коренеплодів.

Таблиця 10.1

**Вплив ступеня підв'ялювання коренеплодів на зміну їх якості, %**

Ступінь підв'ялювання буряків	Після 60 днів зберігання	
	втрати цукру	кількість коренеплодів, уражених гниллю
Свіжі	1,25	–
Прив'ялені на, %:		
7	3,43	37,2
13	6,14	55,1
17	7,13	65,8

Серед процесів, що відбуваються в коренеплодах буряків під час зберігання, винятково важлива роль як за біологічним значенням, так і за розміром втрат цукру, що спричинені ними, належить *диханню*. Під дією ферменту інвертази сахароза розпадається на глюкозу і фруктозу, дисиміляція яких відбувається за загальновідомим рівнянням аеробного або анаеробного дихання. Інтенсивність дихання залежить переважно від температури, складу газового середовища в кагаті, ступеня в'янення або підморожування, механічних пошкоджень коренеплодів та ін.

За підвищення температури буряків, які зберігаються, на 10 °С втрати цукру на дихання збільшуються в 2,5–3,0 рази. За даними проф. П. М. Силіна, середньодобові втрати цукру на дихання коренеплодів залежно від температури становлять (табл. 10.2):

Таблиця 10.2

**Середньодобові втрати цукру на дихання коренеплодів**

Температура, °С	0	3	5	7	10	12
Втрати цукру, %	0,0061	0,007	0,0079	0,0093	0,0130	0,0192

За тривалого зберігання коренеплодів цукрових буряків втрати цукру внаслідок дихання є значними. Так, за середньодобової втрати цукру 0,012 % за весь період зберігання втрачається 1,8 % цукру відносно маси буряків, тобто приблизно 10 % усього цукру, який міститься в коренеплодах.

Інтенсивність дихання механічно пошкоджених коренеплодів підвищується в 2–3 рази порівняно зі здоровими. Академіки О.І. Опарін і О.І. Купленська встановили, що в розрізаних коренеплодах кількість виділюваного CO<sub>2</sub> на 1 кг буряків за годину в першу добу підвищується з 35 до 50 мг, а в наступну – до 70 мг. Підв'ялювання коренеплодів також призводить до посилення дихання, отже, і до додаткових втрат цукру. Є дані про те, що середньодобова втрата цукру на дихання у в'ялих буряків майже в 4 рази більша, ніж у свіжих.

Внаслідок діяльності різних мікроорганізмів у коренеплодах цукрових буряків відбуваються процеси, які також призводять до значних втрат цукру. На викопаних коренеплодах досить багато мікроорганізмів (гриби, бактерії), які за сприятливих для їх розвитку умов стають причиною різних захворювань.

Грибні й бактеріальні захворювання частіше спостерігаються у механічно пошкоджених, підв'ялених або відталих після замерзання коренеплодів. Здорові, свіжі коренеплоди добре зберігаються і майже не піддаються ураженню мікроорганізмами.

Грибні захворювання буряків частіше спостерігаються восени. Цьому сприяє висока вологість повітря за ще досить високої температури. Бактеріальна мікрофлора найактивніше розвивається у весняний період, коли опірність буряків після тривалого зберігання слабшає. Одним з найбільш активних і поширених збудників кагатної гнилі під час зберігання буряків є гриб

---

---

*Botrytis cinerea*. Небезпечним збудником цього захворювання є також гриб *Phoma betae*.

Для того, щоб запобігти розвитку мікробіологічних процесів, отже, знизити втрати цукру в період зберігання цукрових буряків, потрібно: а) уберегти коренеплоди від механічних пошкоджень (поранень і биття) та в'янення; б) запобігати заморожуванню і швидкому розморожуванню буряків; в) забезпечувати оптимальну температуру зберігання (1–3 °С); своєчасно видаляти теплоту, яка нагромаджується в процесі дихання коренеплодів, провітрюванням або активним вентиляванням; г) видаляти надмірну поверхневу вологу з маси буряків; д) створювати лужну реакцію середовища обробкою коренеплодів вапном; е) старанно сортувати буряки для видалення уражених або пошкоджених з маси здорових коренеплодів, які закладають на тривале зберігання; є) видаляти різні домішки (гичку, бур'яни тощо).

### **10.1.3. Способи зберігання коренеплодів цукрових буряків у свіжому вигляді**

Коренеплоди буряків зберігають у польових умовах господарств і на бурякоприймальних пунктах цукрових заводів. У свіжому вигляді буряки зберігають в окремих буртах, які мають у поперечному перетині вигляд трапеції. Називають їх *кагатами*.

Господарства повинні прагнути виконувати всі роботи зі збирання і вивезення буряків у стислі й оптимальні строки. Викопані буряки в той же день слід відправляти на бурякоприймальні пункти цукрових заводів для закладання на зберігання або на переробку (в першу чергу некондиційних).

Проте часто через погану погоду, недостатню кількість автотранспорту і з інших причин певна кількість коренеплодів на деякий час залишається на зберігання в полі. Щоб запобігти втратам урожаю і зниженню якості сировини, господарства організують короткострокове зберігання цукрових буряків у польових кагатах близько від доріг.

Майданчики, на яких обладнують польові кагати, повинні бути рівними, з невеликим нахилом для стікання води. До початку укладання буряків майданчики очищають від рослинних решток, утрамбовують і обробляють гашеним вапном-пушонкою з розрахунку 200 г/м<sup>2</sup>. У польові кагати закладають тільки кондиційні буряки. Орієнтовані розміри кагатів такі: ширина основи – 6 м, висота – 1,5–1,75, ширина їх верхньої частини – 2,5–3,0, довжина – не менше 10 м.

У міру формування кагатів їх бічні сторони укривають вологим ґрунтом спочатку шаром 15–20 см, а потім, із зниженням температури повітря, товщину шару ґрунту збільшують до 40–50 см. Зверху кагати вкривають солом'яними або очеретяними матами. За нестачі матеріалів для укриття допускається укладання буряків у трикутні кагати таких розмірів: ширина біля основи – 3–4 м, висота – 1,5–1,75 і ширина верхньої частини всього 0,25 м. Такого типу кагати суцільно укривають тошим шаром ґрунту. Гребінь кагату укривають шаром ґрунту, тоншим, ніж біля основи.

---

---

Для зберігання коренеплодів на бурякоприймальних пунктах і на території цукрових заводів їх закладають у більші кагати, які розміщують на спеціально відведеному майданчику – *кагатному полі*. Розміри поля залежать від кількості буряків і висоти кагатів. На 1 га площі кагатного поля укладають від 50–60 до 150–240 тис. ц коренеплодів, залежно від наявності буртоукладачів, які можуть формувати кагати висотою від 4 до 9 м, періоду закладання (календарного).

Кагатне поле готують завчасно. Відведену під нього ділянку вирівнюють грейдером, потім орють з дворазовим боронуванням, старанно видаляють усі стерньові рослинні рештки, каміння і сторонні предмети. Після цього ділянку коткують важкими котками і дезінфікують вапном (2 т/га). За 2–3 дні до закладання буряків поле розбивають під кагати. Коренеплоди, призначені для тривалого зберігання, закладають звичайно після 1 жовтня. До цього часу температура повітря в основних бурякосійних районах відносно висока, що спричинює інтенсивне дихання закладених на зберігання буряків (дод. рис. 12).

Кагати для тривалого зберігання мають ширину біля основи 22–25 м, висоту 4 – 6 і ширину верхньої частини 6 – 8 м. Довжина кагатів може бути різною – від 50 до 100 м і більше. Розміри кагатів змінюють залежно від стану коренеплодів, наявності засобів механізації та установок для активного вентилявання. Коренеплоди для короткострокового зберігання закладають у кагати меншого розміру – з шириною біля основи 10 – 12 м і заввишки до 2 м.

Свіжі і здорові коренеплоди, які надходять на бурякоприймальні пункти, закладають у кагати для тривалого зберігання, трохи підв'ялені – у кагати для середніх строків зберігання, а коренеплоди в'ялі, підморожені, з механічними пошкодженнями – у кагати для короткострокового зберігання або відправляють на переробку.

Під час закладання в кагати здорові і не підв'ялені коренеплоди обробляють вапном. Поверхню кагату рясно обприскують рідким вапняним молоком (1,5 кг сухого вапна на відро води). У вологу погоду краще посипати буряки гашеним вапном з розрахунку 2 кг/т. У міру формування кагату, щоб запобігти нагріванню коренів сонячним промінням, їх накривають солом'яними або очеретяними матами. Щоб буряки охололи, на ніч мати з поверхні кагатів знімають. У хмарну погоду кагати не закривають і вдень.

Укривають кагати солом'яними або комишитовими матами з розрахунку 80 м<sup>2</sup> на 100 т укладених буряків. Останнім часом для вкривання кагатів застосовують щити і плити, виготовлені з комишиту, тирси, костриці, торфу та інших малотеплопровідних матеріалів. Такі щити можуть служити кілька років. Для вкривання і розкривання ними кагатів застосовують автомобільні крани.

Крім щитового або панельного, застосовують також накриття з поролону, пінопласту та інших синтетичних матеріалів. Для цього використовують піногенераторні установки, які перетворюють формальдегідну смолу в піну,



---

---

розбризкуючи її на буряки в кагаті. Нанесений на кагат шар пінопласту твердіє, утворюючи суцільне покриття.

Інститут цукрової промисловості запропонував конструкцію рулонних панелей, які складаються з поліетиленової плівки-панчохи і термоізоляційної вкладки (костролляна рогожка, хвилястий картон, склополотно). Як показала виробнича перевірка, такий вид укриття придатний протягом 5 років (комишитові мати – протягом 1,5 року) і економічно вигідніші.

Істотне значення для зберігання коренеплодів має затримання їх проростання. Дослідження Інституту цукрової промисловості і перевірка у виробничих умовах показали, що обробка буряків натрієвою сіллю гідрозинмалеїнової кислоти (ГМК) під час закладання їх у кагати стримує проростання коренеплодів. Для цього застосовують водний розчин натрієвої солі ГМК (1 %-й), яким обприскують коренеплоди під час укладання їх у кагати. Витрата препарату – 0,04 кг / 0,02 кг діючої речовини на 1 т буряків. Обприскують коренеплоди спеціальними пристроєм, що має форсунки і змонтований на буртоукладачній машині.

Обробка буряків препаратом ГМК зменшує проростання коренів у 2 – 3 рази, втрати маси буряків – на 0,2 %.

Важливою умовою успішного зберігання коренеплодів є систематичний контроль за температурою в кагатах, що дає змогу своєчасно ліквідувати осередки гниття і самозігрівання. Оптимальна температура зберігання буряків становить 1–3 °С. Для цього в кагатах установлюють ртутні термометри в дерев'яній оправі, а також дистанційні електричні термометри опору. На 3000 т буряків встановлюють один термометр, але не менше трьох на один кагат.

З появою окремих осередків самозігрівання загнилі корені негайно вибирають з кагату. Яму, що утворилася, заповнюють здоровими коренеплодами, які оброблено гашеним вапном. Треба стежити за тим, щоб температура в кагатах була не нижче 0 °С, їх слід укрити додатково.

Середньодобові втрати цукру під час зберігання коренеплодів у свіжому вигляді не повинні перевищувати встановлених норм. Залежно від регіону вирощування цукрових буряків ці норми коливаються в межах 0,01–0,025 %. Для обліку змін у масі буряків і втрат цукру в період закладання в кожний кагат укладають 5–8 сіток, заповнених коренеплодами. Проби попередньо зважені і проаналізовані на вміст цукру в коренеплодах. Під кінець зберігання сітки з буряками зважують і аналізують. За різницею в масі проби буряків на початку і в кінці зберігання визначають втрату маси коренів, а за різницею у вмісті цукру – втрати його за період зберігання.

Широке запровадження засобів механізації під час перевезення і закладання на зберігання цукрових буряків, а також установок для активного вентилявання дало змогу збільшити розміри і висоту кагатів, особливо тривалого зберігання. Останнім часом на цукрових заводах застосовують механізоване укладання буряків у високі кагати за допомогою буртоукладачньої машини “Комплекс-65”. Використовують також високопродуктивний фронтальний буртоукладач уніфікованого типу КФ-68

---

---

ЕЗБЗ продуктивністю близько 300 т буряків за годину під час розвантажування великовантажних автопоїздів і автомобілів (до 30 т). Таким буртоукладачем можна формувати кагати заввишки до 9 м. Дослідженнями М.З. Хелемського встановлено, що втрати цукру під час зберігання буряків у високих кагатах менші, ніж у низьких. Закладаючи буряки у високі кагати, можна ефективніше використати площу кагатного поля і зменшити кількість матеріалів для вкривання.

У високих кагатах взимку і навесні температурний режим зберігання сприятливіший, ніж у звичайних.

Найефективнішим способом зниження температури, особливо у високих кагатах, є активне вентилування. Його доцільно застосовувати тоді, коли температура зовнішнього повітря нижча за температуру в кагатах не менш як на 3 °С. За меншої різниці температур цей спосіб малоефективний.

Для активного вентилування на кагатному полі (рис. 57) укладають повітроводи, заглиблюючи їх у землю або розміщуючи на її поверхні.

За поперечної схеми вентилування повітроводи розміщують один від одного на відстані 1,4–1,6 висоти кагату.

Залежно від регіону вирощування і зберігання буряків рекомендують таку інтенсивність вентилування кагатів: у центральних регіонах – 40 м<sup>3</sup> повітря за годину на 1 т буряків, у південних – 50, у східних – 30 м<sup>3</sup>. Активне вентилування проводять переважно в теплий осінній період, здебільшого вночі. За температури зовнішнього повітря нижче 0 °С вентилування припиняють, бо воно може призвести до часткового підморожування буряків (дод. рис. 13).

За активного вентилування буряків можна також запобігти розвитку мікробіологічних процесів або зменшити їх, подаючи з повітрям пари формаліну, сірчистого ангідриду та інших речовин. Щоб припинити розвиток мікробіологічних процесів, особливо в коренеплодах, які мають механічні пошкодження, рекомендовано під час закладання буряків у кагати обприскувати їх розчином фенольних сполук (пірокатехін, гідрохінон) з розрахунку 0,04 кг діючої речовини на 1 т буряків.

## 10.2. Основи технології переробки цукрових буряків

Сучасний великий цукровий завод переробляє за добу 25 – 50 тис. ц цукрових буряків і одержує 4 – 8 тис. ц готового цукру-піску. Виробництво цукру-піску з буряків за своєю основою є фізико-хімічним процесом. Сахарозу добувають з клітин коренеплодів дифузією, після чого завдяки хімічним і теплофізичним впливам цукор відокремлюється від нецукрів і перетворюється на чистий кристалічний продукт.

Переробляють цукрові буряки на заводі за такою технологічною схемою: 1) подача коренеплодів на завод; 2) миття коренеплодів; 3) зважування на автоматичних вагах; 4) подрібнення на стружку; 5) вироблення соку на дифузійних установках; 6) очищення соку; 7) згущення соку (випаровування); 8) уварювання сиропу до кристалізації цукру; 9) відокремлення кристалів

---

---

цукру від патоки і відбілювання його; 10) сушіння цукру; 11) пакування цукру в мішки.

**Подрібнення буряків і одержання соку.** З кагатного поля буряки надходять у бурячну, яка є одним або кількома довгими наземними чи заглибленими у землю засіками. Місткість її розрахована на дводобову роботу заводу. У бурячну коренеплоди доставляють автомашинами, залізничними або гідравлічними саморозвантажувальними вагонами, гідроконвеєрами. Бурячні розвантажують струменем води, який подається гідрантами під тиском 2–3 атм. Вода змиває буряки в лоток гідравлічного конвеєра, яким вони подаються на переробку.

Під час транспортування буряків гідравлічними конвеєрами витрата води становить 5–7 ц на 1 ц коренеплодів. Для відокремлення від буряків сторонніх домішок (солома, гичка, каміння, пісок та ін.) на конвеєрі встановлюють різні пристрої (пастки).

Під час гідравлічного транспортування буряки частково відмиваються від землі. Повне їх відмивання і відокремлення сторонніх домішок відбуваються в бурякомийці, куди корені подаються підйомно-транспортними механізмами (шнек, піднімальне колесо, буряковий відцентровий насос).

Останнім часом на цукрових заводах застосовують ефективні бурякомийні машини: СМК-3М та струминну АЧ-ПМА-3,0 з продуктивністю кожної 30 тис. ц переробки буряків за добу. Вимиті корені надходять у буряковий елеватор, який піднімає їх на автоматичні ваги, розміщені над бурякорізками.

Для добування цукру коренеплоди цукрових буряків ріжуть на стружку. Дифузія сахарози відбувається повніше і швидше, якщо стружка має найбільшу поверхню на одиницю маси. Для цього коренеплоди ріжуть на спеціальних машинах (бурякорізках) у вигляді смужок лоткоподібної форми або пластинки прямокутного перетину. Стружку отримують завширшки 4 – 6 і завтовшки 0,7 – 1 мм, а пластинчасту – відповідно 2,5 – 3 і 1,2 – 1,5 мм.

Якщо коренеплоди були якісні (пружні, з добрим тургором) і бурякорізка встановлена правильно, утворюється така стружка, що 100 г її під час укладання в довжину в одну лінію займають не менше 24 м. При цьому не менше 45 – 50 % стружки має бути правильної форми, а браку і м'язги (товсті, короткі шматочки неправильної форми, шматочки завтовшки менше 0,5 мм) не більше 3 %.

На цукрових заводах застосовують бурякорізки трьох типів: дискові, відцентрові та барабанні.

Бурякова стружка надходить на грабельний або стрічковий елеватор, який подає її в дифузійний апарат. Цукор зі стружки вилучають гарячою водою на дифузійних апаратах безперервної дії або в дифузійних батареях. Оболонки клітин коренеплодів проникні для цукру та інших водорозчинних речовин, однак жива протоплазма клітин є напівпроникною і майже не пропускає цукор та інші розчинні у клітинному соку речовини. Тому відносно повно добути цукор дифузійним способом можна тільки після нагрівання стружки до 60 °С, коли відбудеться процес коагуляції білків протоплазми. При цьому білки перетворюються на окремі згустки, грудочки,

---

---

між якими проходять цукор та інші водорозчинні речовини до стінок клітин і крізь них – у навколишній розчин.

Для успішного добування цукру і зменшення переходу нецукрів у дифузійний сік процес дифузії проводять швидко і за слабокислої реакції середовища (рН 5 – 6). У дифузійному соку міститься на 18 – 20 % менше нецукрів, ніж у клітинному, тобто доброякісність дифузійного соку вища, ніж клітинного.

На сучасних заводах у нашій країні широко застосовують різні типи дифузійних апаратів безперервної дії. Найпоширеніші з них вертикальні колонні та похилі шнекові дифузійні апарати. У кожній з них стружка надходить безперервно, а назустріч їй рухається вода, за допомогою якої і відбувається знесолоджування стружки, яка попередньо ошпарюється гарячим соком для плазмолізу клітин у спеціальних ошпарювачах, які додаються до дифузійного апарата або розміщені в ньому.

**Очищення дифузійного соку.** Дифузійний сік – каламутна рідина, яка швидко темніє на повітрі. У ньому, крім цукру, містяться органічні й мінеральні нецукри, а також у замуленому стані дрібні частинки бурякової стружки. Сік має слабокислу реакцію (рН 6 – 6,5) і може пінитися.

Технологічна схема очищення дифузійного соку включає такі основні операції: 1) дефекація попередня і основна; 2) сатурація перша і друга; 3) фільтрація перша і друга; 4) сульфитація і контрольна фільтрація соку.

Підігрітий до температури 85–90 °С дифузійний сік у дефекторі двічі обробляють вапняним молоком у кількості 0,25 – 0,3 % від маси буряків – *попередня дефекація* і 2,0 – 2,25 % СаО – *основна дефекація*.

Під дією вапна білки й інші речовини, які містяться в дифузійному соку у вигляді великих міцел, коагулюють. Пояснюється це тим, що колоїдні частинки несуть певний електричний заряд, який можна нейтралізувати, ввівши у розчин електроліт з протилежним електричним зарядом. Колоїд, який втратив свій заряд, стає нестійким, переходить у нерозчинний стан і коагулює. Крім того, в процесі дефекації відбуваються реакції між нецукрами дифузійного соку та іонами Са<sup>2+</sup> і ОН<sup>-</sup>. За наявності іону кальцію випадають в осад щавелева, лимонна і оксикислоти, утворюючи нерозчинні солі кальцію. Поряд з цим вапно осаджує фосфорну кислоту і в незначній кількості сірчану. Під впливом гідроксильних іонів (ОН<sup>-</sup>) відбуваються реакції осадження солей алюмінію, заліза і магнію у вигляді гідроокисів цих металів.

Тривалість процесу дефекації під час нагрівання соку до 80 – 90 °С становить 8 – 10 хв. Дефекацію соку здійснюють у спеціальних апаратах – *дефекаторах безперервної дії*.

Наступною операцією очищення соку є процес *сатурації*, який здійснюють у два прийоми (перша сатурація і після відокремлення осаду – друга). Основне завдання цього процесу в тому, щоб насиченням соку вуглекислим газом, який міститься у сатураційному газі, викликати випадання вапна в осад у вигляді вуглекислого кальцію (СаСО<sub>3</sub>). Крейда, яка утворюється при цьому в апаратах-сатураторах, має дуже тонку структуру й

---

---

активно вбирає різні органічні речовини, особливо нецукри, які забарвлюють сік. У результаті цієї реакції сік стає більш світлим і прозорим.

З дефекатора сік надходить до сатуратора – закритого вертикального циліндричного корпусу з конічним дном. Сік надходить до сатуратора зверху і, потрапляючи на розбризкувальний диск, рівномірно стікає. Сатураційний газ (який містить  $\text{CO}_2$ ) подається в нижню частину апарата, надає соку обертового руху і добре з ним перемішується. По трубі, встановленій на рівні дна сатуратора, оброблений газом сік спрямовується до контрольного ящика, з якого відкачується насосом. Основна частина відгазованого соку першої сатурації після попереднього підігрівання в решоферах до  $90\text{ }^\circ\text{C}$  іде на фільтрацію.

Відфільтрований сік, підігрітий в решофері до  $100\text{ }^\circ\text{C}$ , надходить на другу сатурацію. Надмірне підігрівання запобігає утворенню двовуглекислих солей на другій сатурації.

Завдання другої сатурації полягає в максимальному осадженні і видаленні вапна та солей кальцію, які можуть викликати ускладнення під час уварювання соку і призвести до утворення накипу на внутрішніх поверхнях нагрівальних трубок.

Обробляють сік вуглекислим газом на другій сатурації до оптимальної лужності, що дорівнює  $0,015 - 0,020\%$   $\text{CaO}$ , або  $\text{pH } 8,8 - 9$ . Друга сатурація проводиться безперервно в апаратах, які за своєю конструкцією не відрізняються від апаратів першої сатурації, але мають трохи менший об'єм. Після другої сатурації сік знову надходить на фільтрацію.

Фільтрують сік на вакуум-фільтрах. На вакуум-фільтраційних установках, роботу здійснюють безперервно, а всі операції щодо фільтрації соку повністю механізовані. Основним робочим органом вакуум-фільтра є горизонтальний барабан, який весь час обертається. Зовнішня поверхня барабана обтягнута фільтрувальною тканиною. Під зовнішньою фільтрувальною поверхнею барабана розміщена внутрішня суцільна поверхня. Простір між цими двома поверхнями поділений перегородками на 24 вічка. За допомогою трубок вічка з'єднані з розподільною головою фільтра, завдяки чому можна створити вакуум або повітряний тиск в окремих секціях.

Барабан частково занурений у корито, в яке надходить сік. У цьому положенні нижні секції барабана автоматично з'єднуються з вакуумом і сік засмоктується в секцію (зона фільтрації), а бруд відкладається ззовні фільтрувальної тканини. Коли секції барабана виходять із соку, вони потрапляють у зону осушення, а вакуум автоматично вимикається. За подальшого руху барабана секції потрапляють у зону зрошення, де за допомогою зрошувачів відбувається промивання осаду.

Нині освоєно виробництво і почали застосовувати автоматизовані установки для згущення соку першої сатурації продуктивністю від 3 до 6 тис. т переробки буряків за добу. Принцип їх дії ґрунтується на використанні листових фільтрів-згущувачів типів ФилС-60 та ФилС-100.

Для знебарвлення і зменшення в'язкості відфільтрований сік піддають *сульфітації*, тобто обробляють сірчанним газом. Під час пропускання газу в сік утворюється сірчиста кислота, яка є досить сильним

---

---

відновником. Реагуючи з водою, вона частково переходить у сірчану кислоту з виділенням водню. Вивільнюваний при цьому водень відновлює органічні забарвлені речовини, перетворюючи їх на безбарвні сполуки. Крім того, сульфітація знижує лужність соку, сприяючи зменшенню в'язкості сиропу, що полегшує кристалізацію і відокремленням кристалів цукру.

Сульфітацію соку здійснюють на спеціальних апаратах-сульфітаторах. Сік у них надходить зверху і, розбризкуючись у вигляді дощу, падає вниз. Сірчаний газ вентилятором відсмоктується із сіркоспалювальної печі і подається назустріч соку.

**Випаровування соку, уварювання сиропу і кристалізація цукру.** Сік після другої сатурації і фільтрації має доброякісність 91 – 93 з вмістом сухих речовин 14 – 16 %, зокрема сахарози 13 – 14 %. Наступне завдання полягає в тому, щоб кристалізацією вилучити з соку цукор. Для цього з соку видаляють воду в два прийоми. Спочатку випаровують її на випарних апаратах до сиропу із вмістом сухих речовин 65 – 70 %. Після цього продукт додатково очищають і випарюють у вакуум-апаратах до вмісту сухих речовин 92 – 93 %. Сироп після випаровування буває каламутним і темного кольору, іноді з високою лужністю. Перед уварюванням і кристалізацією такий сироп додатково обробляють сірчистим газом (сульфітують) і фільтрують на фільтр-пресах або мішкових фільтрах. Сироп краще фільтрується за додавання невеликої кількості кізельгуру, який містить 90 % аморфного кремнезему.

За подальшого випаровування води з сиропу розчин стає пересиченим і в ньому починають утворюватися кристали цукру. У результаті такого уварювання сиропу одержують продукт під назвою *перший утфель*. Утфель – це густа в'язка маса, яка складається з кристалів цукру і міжкристалічної рідини із вмістом 92–93 % сухих речовин. Для запобігання карамелізації цукру, що може спостерігатись за температури кипіння утфелю (120 °С) за нормального атмосферного тиску, сироп уварюють в умовах вакууму. При цьому температура кипіння сиропу буває не вище 80 °С.

Для варіння утфелю застосовують *вакуум-апарати*. Спочатку сироп уварюють до згущення. Для цього в порожньому вакуум-апараті створюється розрідження. Сироп, надходячи в апарат, заповнює обігрівальну камеру. Потім під дією пари, що подається, відбувається випаровування води з сиропу. Ступінь згущення сиропу визначають, спостерігаючи через зорове скло вакуум-апарата.

На другому етапі сироп стає перенасиченим розчином і починається утворення кристалів. Для утворення кристалів у вакуум-апарат додають невелику кількість (50–100 г) цукрової пудри, яка сприяє швидкому утворенню центрів кристалізації. Далі, не припиняючи випаровування, в апарат подають свіжий сироп у такій кількості, щоб коефіцієнт перенасичення уварюваної маси був 1,05–1,1. Коли вміст сухих речовин в утфелі досягне 92–93 %, подачу пари у вакуум-апарат і розрідження в ньому припиняють, забезпечують доступ зовнішнього повітря, продукт спускають в утфельмісилку, а потім у центрифуги для відокремлення кристалів цукру від патоки. За швидкого обертання барабана центрифуги (1000 – 1400 об/хв) під дією відцентрової сили утфель притискається до стінок барабана, який являє собою центрифужні

---

---

сита. При цьому міжкристальна рідина відокремлюється від кристалів, проходить крізь отвори сит і витікає з центрифуги, а цукор залишається на ситах барабана центрифуги. Одержана рідина називається *зеленою патокою*.

Кристали цукру, що залишилися на сітчастій поверхні барабана, відбілюють гарячою водою і паром, при цьому частина кристалів цукру розчиняється. Розчин, який утворився, складається з води, залишків патоки і розчиненого цукру і називається *білою патокою*, яка надходить у спеціальні збірники. Ця патока насосами подається у вакуум-апарати під кінець уварювання першого утфелю. Вивантажений з центрифуги білий цукор потрапляє на так званий трясун, яким він переміщується до елеватора, що подає цукор у сушильний цех.

Зелена патока надходить в інший вакуум-апарат для уварювання другого утфелю. Після додаткової кристалізації другого утфелю його розподільником спрямовують на швидкохідні центрифуги, де знову відокремлюються кристали цукру, але жовтого кольору (жовтий цукор).

Щоб мати більше якісного цукру, жовтий цукор повертають у виробництво, розчиняючи його у соку після другої сатурації. Цей процес називають *клеровкою*. Розчинений у соку жовтий цукор домішують до випареного сиропу, який надходить на сульфитацію.

Вітик другого утфелю називають *кормовою патокою*, або *мелясою*, яка є відходом цукробурякового виробництва.

Вивантажуваний з центрифуг білий цукор-пісок має вологість 0,5 – 0,6 % і температуру 70 – 75 °С. Його підсушують до стандартної вологості (0,1 – 0,15 %) у барабанній сушарці за рахунок залишкового тепла самого цукру. Після цього цукор просіюють на ситах, пропускають крізь магнітний сепаратор і направляють у засіки для наступного пакування у мішки.

Вихід чистого цукру на сучасних заводах залежить від цукристості коренеплодів і становить 14 – 15 % від маси перероблених буряків. Якщо під час зберігання цукрових буряків спостерігались погіршення їх якості і значні втрати цукру, то вихід його зменшується.

### ***Запитання для самоконтролю***

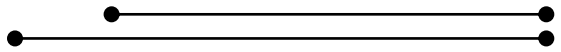
1. Зазначте фактори вирощування, які знижують цукристість.
2. Зазначте фактори вирощування, які призводять до нагромадження шкідливого азоту.
3. За яких умов зберігають цукробурякову сировину?
4. Коли цукробурякова промисловість набула в Україні розвитку?
5. Які основні складові коренеплодів цукрових буряків?
6. Які процеси відбуваються в цукрових буряках під час їх зберігання?
7. Які ви знаєте режими та способи зберігання цукрових буряків в умовах цукрових заводів?
8. Які фактори впливають на збереженість коренеплодів цукрових буряків?
9. Які процеси відбуваються під час переробки цукрових буряків на цукор?

---

---

## РОЗДІЛ 11

# ТЕХНОЛОГІЯ ЗБИРАННЯ, ЗБЕРІГАННЯ ТА ПЕРВИННОЇ ОБРОБКИ ЛЬОНУ-ДОВГУНЦЮ



З усіх видів луб'яних волокон найціннішим є лляне волокно. У сировинному балансі текстильної промисловості льон займає друге місце після бавовнику. Лляне волокно значно міцніше за волокно бавовнику, вовни, джгута, має добрі прядивні властивості, гнучкість, міцність, здатність гарно ділитися під час чесання на тонесенькі волоконця. Із лляного волокна виробляють широкий асортимент товарів побутового і технічного призначення.

*Луб'яні волокна* розміщені у коревій паренхімі стебла у вигляді пучків. Первинна обробка луб'яних культур льону складається з процесів і операцій, мета яких – виділення волокна або лубу із стебла, що є досить складним завданням. Для виділення волокна із стебла використовують мікробіологічні, ферментні процеси та здійснюють механічну доробку. Що довші й тонші стебла льону, то більше в них міститься волокна. Так, у тонких стеблах льону-довгунцю міститься 35 % волокна; у середніх – 30 %; грубих – 25 % від маси стебла.

У стеблах, що мають *більшу довжину і меншу товщину*, волокнисті пучки компактні, із щільним з'єднанням більш довгих елементарних волокон. Тому в таких стеблах за інших рівних умов вміст волокна більший і воно має кращі фізико-механічні властивості.

У стебла льону-довгунцю розрізняють загальну і технічну довжину. *Загальну довжину* стебла визначають за відстанню від місця прикріплення сім'ядольних листочків до найвищого місця прикріплення коробочки, *технічну* – за відстанню від місця прикріплення сім'ядольних листочків до початку розгалуження суцвіття.

Дуже важливою ознакою якості майбутнього волокна є *колір стебел*. Він залежить від ступеня стиглості рослин, умов їх вирощування, погоди під час збирання і зберігання стебел та ін. Нормальні за якістю стебла льону, тобто зібрані в оптимальні строки (ранньо-жовта стиглість), правильно



---

---

висушені й не ушкоджені хворобами, мають світло-жовтий або зеленувато-жовтий колір.

Міцність волокна за дострокового збирання стебел знижується, а через це зменшується вихід довгого волокна. За дуже пізнього збирання стебел (перестій) відбувається значне здерев'яніння волокна.

Прядивні властивості луб'яних волокон залежать також від анатомічних властивостей рослин. Структура елементарних волокон і їх зв'язки поміж собою, характер сполучення їх у луб'яні пучки багато в чому визначають технологічні властивості майбутнього волокна. Елементарні волокна – це довгі (17–25 мм) веретеноподібні клітини з дуже потовщеними стінками, що з'єднані між собою серединними пластинками. Завдяки видовженій формі ці клітини своїми кінцями уклинюються між іншими волокнистими клітинами, утворюючи пучки, які дають суцільну стрічку волокна, що проходить по всій довжині стебла. Вилучені тим чи іншим способом із стебла луб'яні пучки, на відміну від елементарних волокон, називаються технічним, або довгим і коротким волокном.

Головною складовою частиною волокон є *целюлоза* (80–84 %), що надає волокнам і виробленим із них тканинам міцності на розрив, гнучкості та еластичності, носкості, гігроскопічності, м'якості та блиску.

Особливе значення має *вміст* у стеблах *пектинових речовин*. Заповнюючи міжклітинні проміжки, вони утворюють так звані серединні пластинки, які склеюють елементарні волокна у пучки, а пучки – з іншими тканинами стебла. Вилучити волокна із стебел можна руйнуванням (розкладанням) *пектинових речовин*.

Волокно льону містить від 2 до 4,5 % *лігніну*, чим зумовлюються його грубість, жорсткість та інші вади.

Рослини льону, вирвані з корінням, після відокремлення насінних коробочок називають *соломою*. Це вже промислова сировина, з якої виробляють волокно. Після певної обробки соломи, яка спрямована на руйнування зв'язків між луб'яними пучками і деревиною, отримують *тресту*.

Відомі кілька *способів приготування трести*: біологічний (водяне і росяне мочіння), фізико-хімічний та хімічний. В останні роки переважну більшість льоносоломи в Україні переробляють на тресту способом росяного мочіння – *розстиланням*. Солому розстилають стрічками на луках, багаторічних перелогах або прямо на льонищі, де вирощували льон. Внаслідок зволоження росою або опадами на поверхні соломи розвиваються гриби, які, поширюючи свій міцелій на корову перенхіму, виділюваними ферментами гідролізують (руйнують) *пектинові речовини*.

Основні представники грибної флори, що *руйнують пектинові речовини*, – *Cladosporium herbarum* Fr. та *Rhizopus nigricans* Ehr. Крім них, у цьому процесі беруть участь й інші гриби (*Mucor Lismasis*) та аеробні бактерії. За температури нижче 0 °С розвиток мікроорганізмів практично припиняється, за температури від 0 до 3 °С він відбувається дуже повільно, а за 18–22 °С – дуже активно. Якщо роса або дощ не випадає, процеси гідролізу також затримуються. Встановлено, що найкращим часом для розстилання

---

---

соломи є перша і друга декади серпня. Росяне мочіння у більш пізні строки призводить до збільшення тривалості вилежування трести і значного зменшення виходу та зниження якості волокна.

*Збирають льон-довгунець* комбайнами ЛКВ-4Т та ЛК-4Т. Збирання включає кілька операцій: брання рослин, очісування насінневих коробочок, завантаження вороху в транспортні засоби, в'язання соломи у снопи (ЛКВ-4Т) або розстилання на льонищі (ЛК-4Т).

Оптимальна норма розстилання 2,5–3,0 т льоносоломи на 1 га стелища. Для прискорення процесу вилежування стрічку соломи раз або двічі перевертають за допомогою перевертача ОСН-1.

*Кінець вилежування трести* визначають за пробами. Їх відбирають, коли треста набуває сірого кольору, легко мнеться у руках, а волокно вільно відокремлюється по всій довжині стебла. Проби масою 2,0–2,5 кг беруть з різних стрічок стелища, сушать і обробляють на м'яльно-тіпальних машинах.

Для підбирання трести із стрічок застосовують підбирачі ПТП-1 та ПТН-1. Вони підбирають і в'яжуть тресту в снопи або складають для наступного сушіння в конусах. Найбільший вихід волокна з доброю міцністю отримують із трести вологістю 12 %.

Лягну тресту зберігають за абсолютної вологості стебел не більше 19 %. Найнадійнішим є зберігання її в шохах (під навісами). Якщо навісів немає, тресту зберігають у скиртах або стогах без накриття.

Правильно складений стіг має діаметр 6–7 м, висоту 8 м. Знизу до середини діаметр його збільшується, а потім зменшується так, щоб верхівка закінчувалась конусом. У стіг таких розмірів і форми вкладають 12–15 т сировини.

Оптимальні параметри прямокутної скирти: ширина 5–6 м, довжина 12–15; висота 7–8 м. Під час формування скирт до половини висоти їх також розширюють, а потім звужують і вершують. Снопи вкладають гузирями зовні так, щоб у центральній частині стогу чи скирти вони були підняті на 40–50 см вище країв, з утворенням схилу до периферії.

Тресту з підвищеною вологістю кладуть у скирти з меншою щільністю. При цьому в окремих господарствах практикують закладування скирт з колодязями для природного або примусового сушіння сировини за допомогою підігрівачів ВПТ-400 або ВПТ-600.

Останнім часом для зберігання сировини з підвищеною вологістю (від 25 до 35 %) її обробляють певними хімічними препаратами (консервантами). Так, кафедра технології зберігання і переробки продукції рослинництва НУБіП України з успіхом як консервант льоносировини підвищеної вологості рекомендує використовувати безводний аміак, який вводять у скирту за допомогою активного вентилявання, та вуглеамонійні солі (ВАС).

*Ляний ворох* (насіння в коробочках, листя, частинки стебел), отриманий після комбайнованого збирання льону, має високу вологість (75–80 %) і дуже нестійкий під час зберігання. Тому його негайно сушать на спеціальних сушарках за температури теплоносія 45–47 °С, після чого перетирають на молотарці-віялці МВ-2,5А. У результаті отримують насіння і полуку.

---

---

Подальша обробка трести полягає у відокремленні волокна від інших тканин стебла. Залежно від місця проведення розрізняють заводську (промислову) та позазаводську, або господарську, обробку.

У господарствах тресту обробляють на м'яльно-тіпальних агрегатах і пунктах первинної обробки. Агрегат складається із м'ялки МЛКУ-6, льонотіпальної машини ГЛ-40А та куделепідготовчої машини КЛ-25М.

На сучасних державних льонозаводах встановлено високопродуктивні м'яльно-тіпальні агрегати МТ-100Л, МТ-530Л та інші, що мають високу пропускну здатність – від 600 до 1500 кг трести за годину, залежно від її номера.

Під час переробки трести нормальної якості загальний вихід волокна становить 23 – 25 %, зокрема 12 – 15 % так званого довгого волокна. Довге і коротке волокно оцінюють за номерами і відправляють на склад для відлежування (кондиціонування) на 10 – 15 днів (дод. рис. 14).

Після цього волокно проходить контрольне сортування й оцінювання. Потім його пресують у кіпи за номерами на спеціальних пресах РП-5У та ін. Запресоване в кіпах волокно відправляють на льонокомбінати чи фабрики.

*Ляний ворох* (насіння в коробочках, листя, частинки стебел), отриманий після комбайнового збирання льону, має високу вологість (75 – 80 %) і дуже нестійкий під час зберігання. Тому його негайно сушать на спеціальних сушарках при температурі теплоносія 45 – 47 °С, після чого перетирають на молотарці-віялці МВ-2,5А. В результаті отримують насіння і полу.

### ***Запитання для самоконтролю***

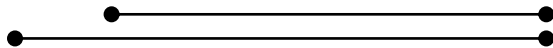
1. Для чого виробляють льон-довгунець?
2. Коли збирають льон-довгунець?
3. Які є способи збирання льону?
4. Під впливом чого волокно звільняється від інших тканин стебла?
5. Які є способи і режими зберігання трести?
6. Чим треста відрізняється від соломи?
7. З якою метою вирощують льон-довгунець?
8. Коли збирають льон-довгунець?
9. Які є способи збирання льону?
10. Які процеси відбуваються під час переробки соломи на тресту?
11. Під впливом чого волокно звільняється від інших тканин стебла?
12. Які є способи і режими зберігання трести?
13. Чим треста відрізняється від соломи?
14. Коротка технологія переробки трести на волокно.

---

---

## РОЗДІЛ 12

# ТЕХНОЛОГІЯ ЗБИРАННЯ, ПІСЛЯЗБИРАЛЬНА ДОРОБКА ТА ЗБЕРІГАННЯ ШИШОК ХМЕЛЮ



Жіночі суцвіття хмелю, які називаються *шишками* або *сережками*, є основним компонентом у виробництві пива. Вони містять речовини, які надають пиву специфічної приємної гіркоти й аромату, а також підвищують його біологічну стійкість. Такими речовинами є так звані *альфа-* і *бета-кислоти*. Використовують шишки також у фармацевтичній промисловості для виробництва деяких лікувальних засобів.

Нині насадження хмелю в Україні займають близько 9 тис. га. Найбільше розвинене хмелярство в Житомирській області, де розміщено більше 70 % площ хмільників країни.

Якість шишок хмелю залежить від його сортових особливостей, умов вирощування, строків збирання, післязбиральної доробки та зберігання. Збирають їх у стані технічної стиглості. У цей час вони щільні, золотисто-зелені або яскраво-жовто-зелені, мають хмелевий запах і містять найбільшу кількість альфа-кислот. Їх вологість 70–80 %. Зазвичай шишки досягають у третій декаді серпня, період їх збирання триває не більше 10–15 днів. Запізнення із збиранням призводить до зниження якості хмелю (погіршуються колір, запах шишок, вони втрачають стійкість, внаслідок чого з них висипаються лупулінові зерна, в яких і містяться альфа-кислоти та інші цінні речовини). За дострокового збирання хмелю втрачаються гіркі речовини (альфа-кислоти), а колір шишок не відповідає вимогам базових кондицій.

Відповідно до чинних стандартів і умов оплати праці під час збирання шишки за кольором поділяють на дві категорії і не змішують їх.

Традиційно шишки хмелю збирають вручну (у наш час так збирають хміль у невеликих господарствах). У спеціалізованих господарствах для цього використовують машини ЛЧХ-2, ЧХ-4Л та ХМП-1,6, завдяки чому значно скорочуються затрати праці і строки збиральних робіт. У період, коли шишки набувають бурого кольору і пересихають, збирати їх машинами недоцільно, ос-

---

---

кільки це призводить до значних втрат врожаю (18–20 %) і зниження якості продукції.

Свіжозібрані шишки навіть за короткотермінового зберігання самозігріваються, внаслідок чого в них окислюються найбільш цінні речовини. Щоб запобігти псуванню шишок, їх відразу після збирання активно вентилюють до сушіння; сушать; дають відлежатися (кондиціонування за вологістю); сульфітують; щільно пресують; пакують.

*Вентилювання хмелю* технічно виглядає так: шишки хмелю вивантажують у спеціальні камери з сітчастою основою шаром 1,0–1,5 м і безперервно продувають атмосферним повітрям. Для цього в кожній сушарці обладнують камери вентиляції за кількістю сушильних камер. Навіть в однокамерній сушарці їх має бути не менше двох, щоб не зміщувався різний за якістю хміль.

Кожна камера має сітчасту основу площею не менше 25–30 м<sup>2</sup>. Стінки роблять з легких матеріалів (дошки, фанера тощо). Під сітчасту основу за допомогою вентилятора, що встановлюється за межами камери та повітропроводів, подають повітря.

Завдяки вентиляванню добре зберігається якість свіжозібраних шишок перед сушінням, продуктивність сушарок підвищується на 20–30 %, майже в 10 разів скорочуються потреба у виробничих площах для розміщення зібраного врожаю хмелю і на 20–25 % витрати палива та кількість обслуговуючого персоналу. Експозиція вентиляції – 12–14 год.

**Сушіння** – найвідповідальніший технологічний процес первинної доробки шишок. Правильно висушені шишки залишаються цілими, зберігають природний колір, блиск, аромат, липкість і вміст лупуліну (дод. рис. 15).

Хмелесушарки різних систем і конструкцій відрізняються одна від одної переважно за кількістю поверхів, розміром і кількістю сушильних камер, складських приміщень, кількістю ярусів сушильних сит, способами завантаження і розвантаження хмелю, типом активного вентиляції та генератором тепла. Продуктивність хмелесушарок, залежно від зазначених показників, коливається від 500 до 2000 кг і більше сухого хмелю за добу.

Після вентиляції шишки піднімають на верхній поверх сушарки і завантажують на верхнє сито сушильної камери шаром завтовшки 12–14 см. На цих ситах хміль перебуває 40–100 хв, залежно від вихідної (початкової) вологості і умов сушіння. У потрібний момент ситові рамки переводять з горизонтального положення у вертикальне і шишки пересипаються на сито нижчого ярусу.

Час перебування шишок на ситах різних ярусів визначається за готовністю їх до вивантаження з нижнього ящика: якщо у відібраній пробі черешки шишок не гнуться, а ламаються, сушіння вважають закінченим.

Сушіння шишок однієї партії за природної тяги теплоносія триває 6–8 год. До останнього часу для сушіння хмелю було рекомендовано застосовувати теплоносії з температурою 45 °С. Як показали дослідження Інституту хмелярства, за підвищення температури агента сушіння з 45 до

---

---

65 °С тривалість процесу скорочується удвічі. За такої температури хоча і спостерігалось незначне зниження вмісту у шишках гірких речовин та ефірних олій, однак воно істотно не впливало на пивоварні властивості сировини. Висушені за температури теплоносія 60–65 °С шишки за запахом, кольором і станом лупулінових залоз були віднесені до першого сорту.

Більшість наявних у хмелярських господарствах сушарок працюють на природній тязі з дуже малою швидкістю руху теплоносія (0,1–0,15 м/с). Застосування примусової циркуляції теплоносія дає змогу значно підвищити продуктивність хмелесушарок. Та, оскільки сухі шишки хмелю дуже легкі, швидкість теплоносія має бути не більше 0,6 м/с. Примусової циркуляції агента сушіння у хмелесушарках досягають за допомогою системи нагнітальної або витяжної вентиляції. Повітря, нагріте за допомогою калориферів, надходить в сушильну камеру під верхнім шаром сирого хмелю. Температура контролюється дистанційними термометрами.

Зразу після сушіння шишки хмелю є дуже крихкими, під час їх переміщення легко відламуються лусочки і втрачається лупулін. Через це вивантажені з сушильної камери шишки направляють на *відлежування*, в процесі якого здійснюється вирівнювання вологості різних частин шишки, а також вони вбирають вологу з навколишнього повітря. Відбувається кондиціонування шишок за вологістю, в результаті якого вони стають більш щільними й еластичними. Для остаточного відлежування висушені шишки обережно вивантажують з нижнього ярусу сит і розміщують у складському приміщенні. Час відлежування залежить переважно від відносної вологості повітря і коливається від 5 до 20 днів. Для регулювання процесу відлежування сухого хмелю і скорочення періоду кондиціонування Інститут хмелярства рекомендує спосіб *кондиціонування*. Він полягає в наступному: сухі шишки зволожують вологою свіжозібраного хмелю (що розміщений в нижчих ярусах), яка виділяється під час його вентиляції. Відбувається це так: висушений хміль з нижнього сітчастого конвеєра пересипають на стрічковий конвеєр камери зволоження до повного вивантаження його з сушильної камери. Сухий хміль розміщують по всій площі конвеєра рівномірним шаром 10–12 см завтовшки.

**Камера зволоження** – це простір над камерою активного вентиляції свіжозібраного хмелю. Сухий хміль тут зволожується повітрям, що пройшло крізь шар свіжозібраного хмелю і має підвищену вологість. Хміль вважається зволеним за вмісту вологи в шишках 13 %.

Застосування такого способу кондиціонування дає змогу скоротити тривалість процесу до 10–15 хв, зберегти цінні компоненти шишок, створити умови для безперервності процесу. Така технологія не залежить від погодних умов. Під час застосування збільшується вихід товарного хмелю, значно зменшується потреба у виробничих площах за доробки шишок.

У господарствах з невеликим обсягом виробництва після кондиціонування хміль-сирець пакують у мішки розміром 1×2 м і масою не більше 60 кг, які зашивають і відправляють на хмелефабрики.

У спеціалізованих хмелегосподарствах високоякісну обробку свіжозібраних шишок з максимальною механізацією технологічних процесів

---

---

проводять у конвеєрних сушарках ПХБ-750К. Одна сушарка обслуговує 40–60 га хмільників і працює в комплексі з машинами ЧХ-4Л.

Для більш тривалого зберігання цінних речовин хмелю, зокрема альфа-кислот, поліпшення товарного вигляду хміль *сульфитують* (обробляють сірчистим газом  $\text{SO}_2$ ). Сульфитацію здійснюють у спеціалізованих господарствах та на хмелефабриках з таким розрахунком, щоб вміст сірчистого газу в шишках після сульфитації становив 0,3–0,5 % і не перевищував 0,5 % на абсолютно суху речовину шишок. За надмірної сульфитації погіршується аромат шишок і вони набувають невластивого їм кольору.

Сульфитацію проводять у цегляній хмелесіркувальній камері, у нижній частині якої розміщена топка, де на металевих деках спалюють сірку. На висоті 3 м від топки камера перекрита металевою сіткою, на якій розміщено хміль шаром 1,0–1,5 м. У верхній частині камери встановлено витяжний комін. Хміль завантажують через люк у стелі камери. Після цього двері і люк камери герметично закривають. Сірчистий газ проходить через шар хмелю і виходить через камін назовні. Експозиція сіркування – 4–6 годин. На 1 ц сухого хмелю потрібно 0,8–1,2 кг сірки. Після закінчення процесу відчиняють двері камери, провітрюють її і вивантажують хміль.

В Інституті хмелярства УААН створено установку безперервної дії для сульфитації хмелю. Працює вона так: хміль подається до завантажувального бункера, а звідти крізь шлюзовий затвор потрапляє на елеватор, що пересуває хміль до вивантажувального бункера. Шар хмелю регулюється розрівнювачем. Вентилятор крізь нижній газорозподільний пристрій подає суміш газу з повітрям (з балона) в камеру сульфитації, а через верхній газорозподільний пристрій відсмоктується. Елеватор скребками згортає хміль, що висипався з перегородки, і повертає до загальної його маси. Ступінь сульфитації хмелю регулюється зміною швидкості руху елеватора та кількістю  $\text{SO}_2$ , що подається на рециркуляційний контур.

Для зменшення об'єму товарних шишок хмелю, надання йому більшої транспортабельності та для кращого його збереження висушені і сульфитовані шишки пресують механічними або гідравлічними пресами в тюки циліндричної форми масою 125 кг і пакують у подвійний мішок. Для обшивки спресованого хмелю краще використовувати висогіроскопічну джутово-кенафну мішковину.

Перед пресуванням і пакуванням обов'язково контролюють вологість сировини, яка має бути не більше 13 %.

У складському приміщенні хміль розділяють за сортами. До кожної партії прикріплюють етикетку із зазначенням дати надходження, товарного сорту, вмісту гірких речовин, початкової вологості.

Зберігають шишки хмелю у сухих, затемнених, добре вентиляваних приміщеннях. Найсприятливішою для цього є температура 0–3 °С.

За оптимальних умов шишки хмелю у мішках можуть зберігатися не більше року. Підвищення температури повітря у сховищі до 12 °С значно скорочує цей строк. Якщо хміль треба зберігати довше, його закладають у

---

---

металеві герметичні циліндри, з яких відсмоктують повітря, а в них нагнітають вуглекислий газ. Мішки з хмелем зберігають на дерев'яних стелажах.

Під час зберігання контролюють температуру і відносну вологість повітря, а також температуру хмелю всередині мішків.

В останні роки в Інституті хмелярства НААНУ розроблено технологію консервування несущеного хмелю, використання якого у пивоварінні дає змогу одержувати пиво високої якості. У несущеному хмелі зберігаються всі корисні речовини у найкращому стані, але зберігається він дуже погано через велику кількість вологи, високу активність окислювальних ферментів тощо.

Новий спосіб консервування несущеного хмелю полягає в тому, що його обробляють сірчистим ангідридом. Хміль будь-якого ботанічного сорту, що надходить з плантації, одразу завантажується в сульфитаційну установку. Запаси хмелю для безперервної роботи установки можна зберігати у камерах активного вентилявання і брати звідти за потреби. Хміль обробляють сірчистим ангідридом до концентрації 0,5–1,5 % залежно від кольору. Шишки хмелю розміщують шаром 0,4–0,5 м по всій площині сітчастого конвеєра, на якому він переміщується від завантажувального до вихідного люка і на всьому шляху руху обробляється SO<sub>2</sub>, що циркулює крізь масу хмелю. Швидкість конвеєра має бути такою, щоб на виході з установки хміль мав потрібну концентрацію сірчистого ангідриду. Тривалість обробки 30–40 хв, продуктивність залежить від шару хмелю та концентрації SO<sub>2</sub> в газосуміші, витрати газу 8–10 кг на 1 т хмелю.

Після обробки в сульфитаційній установці шишки хмелю самопливом потрапляють на подрібнювач, де подрібнюються до розміру частинок менше 1 мм. З подрібнювача хміль потрапляє в накопичувальний бункер, звідки його дозують за масою в пакувальну тару. Тару для пакування виготовляють з матеріалу хімічно стійкого, придатного для харчових продуктів. Цим вимогам відповідають скло, харчові полімерні матеріали як жорсткі, так і плівкові.

### *Запитання для самоконтролю*

1. Яке значення має хміль у народному господарстві країни?
2. В який час треба збирати хміль?
3. Які Ви знаєте технології збирання хмелю?
4. У чому полягає післязбиральна доробка хмелю?
5. Яке значення має активне вентилявання для післязбиральної обробки хмелю?
6. Які режими і техніка сушіння шишок хмелю?
7. Які Ви знаєте способи кондиціонування шишок хмелю?
8. Яке значення має сульфитація для зберігання хмелю? Як її проводять?
9. Які є режими і способи зберігання шишок хмелю?
10. Як консервують несущений хміль?

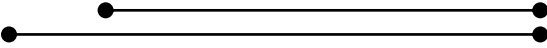


---

---

## РОЗДІЛ 13

# ЗБИРАННЯ, ПІСЛЯЗБИРАЛЬНА ДОРОбКА І ЗБЕРІГАННЯ ТЮТЮНУ ТА МАХОРКИ



Серед видового складу тютюну промислове значення має жовтий тютюн. Розрізняють ароматичні і скелетні сорти тютюну. Перші мають особливу духмяність диму і служать для здобрювання тютюнової маси скелетних тютюнів. До сортів ароматичного тютюну належать: Дюбек, Остроконець 45, Самсун, Американ. Основні сорти скелетного тютюну – Трапезонд, Остролист, Переможець 83, Собольчський 174.

Спілий тютюновий лист містить 80 – 85 % води і 15–20 % сухих речовин, до складу яких входять вуглеводи (6 – 7 %), білки (6 – 9 %), нікотин, ефірні олії та інші сполуки. Міцність тютюну підвищується із збільшенням вмісту в ньому нікотину. У тютюні вищих сортів оптимальним є вміст нікотину 1,2–1,5 %. Якщо його більше, погіршуються смакові якості тютюнових виробів, а якщо менше – стає недостатньою міцність тютюну.

Вміст вуглеводів у листках тютюну позитивно позначається на якості тютюнових виробів, а білки під час згоряння тютюну в цигарці виділяють неприємний запах і надають їй гіркоти. Співвідношення вуглеводів і білків, яким характеризується якість тютюнової сировини, має бути більшим одиниці.

*Тютюн* вирощують переважно для виробництва тютюнових виробів. Крім того, нікотинові препарати широко використовують у сільському господарстві проти шкідників сільськогосподарських культур, а також у фармацевтичній промисловості для приготування лікувальних засобів.

*Збирають* (ламають) листя тютюну за настання їх технічної спілості, за якої листя містить найбільшу кількість сухих речовин. Технічну спілість тютюнових листків визначають за їх зовнішніми ознаками: листя крихке (ламке) і більш щільне на дотик; листкова пластинка є липкою внаслідок виділення смолистих речовин; поверхня листка хвиляста, краї і верхівка

---

---

трохи відхиляються донизу; черешок крихкий і під час відламування листка чути хрускіт.

*Дозрівають* тютюнові листки на рослині неоднчасно: першими – нижні листки, через 10 – 12 днів – листки другого ярусу, за ним третього і т. д. У міру дозрівання листків різних ярусів їх збирають (ламають). Проводять не менш ніж у 5 – 6 ломок. Найкращу якість має листя середніх і верхніх ярусів, у них міститься більше сухих речовин.

*Післязбиральна доробка* тютюну і догляд за сировиною включають: в'ялення і сушіння, зберігання висушеного тютюну, відволожування, сортування й пакування.

Нанизаний на шнури за допомогою тютюнопрошивної машини ТПМ-69МИ тютюн спочатку в'ялять, а потім сушать. Під час *в'ялення* частково знижується вологість листків (на 25–30 %) і втрачається до 16 % сухих речовин від початкового їх вмісту. На початку в'ялення в тютюновому листі продовжуються процеси обміну речовин (дихання та ін.), внаслідок яких змінюються його хімічний склад і фізичні властивості. Складні органічні сполуки перетворюються на більш прості. Так, крохмаль листка перетворюється на різні форми більш простих вуглеводів, значно зменшується вміст білкових речовин, які надають тютюну неприємного смаку й запаху, знижується і вміст нікотину. Майже повністю розкладається хлорофіл. Швидше відбувається в'ялення за температури 25–35 °С і відносної вологості 75–85 %.

Кращим способом в'ялення листків є *нанизування* його на шнури, які підвішують у кілька ярусів на переносні рами з дерев'яних брусів. Рами встановлюють у закритому приміщенні, а в теплу погоду для прискорення процесу виносять на 3 – 4 год на сонце для обігрівання і провітрювання листків. В'ялення в закритих приміщеннях залежно від погоди триває 2 – 4 доби.

Існують й інші способи в'ялення тютюну. Так, нанизане на шнури листя складають рядами на підлогу сараю і прикривають мішковиною. Стежать за тим, щоб температура у внутрішній частині маси листя не була вищою за 30–35 °С. За підвищення температури листя перекладають на інше місце для провітрювання й охолодження.

У холодну погоду листя грубих тютюнів пізнього збирання в'ялять у *купах (гарманах)*. До нанизування на шнури його розкладають на підлозі черешками донизу шаром близько 20 см і накривають мішковиною або рогожею. Через 2 – 3 доби, коли поверхня листків почне жовтіти, їх нанизують на шнури для сушіння.

Про закінчення в'ялення свідчать такі зовнішні ознаки листків: вони трохи жовтіють і стають в'ялими, середня жилка під час складання листка не ламається.

Після закінчення в'ялення тютюн слід швидко висушити на сонці або у спеціальних сушарках (дод. рис. 16).

Під час *сонячного сушіння* рами з листям виносять із сараїв і ставлять на добре освітлений сонцем майданчик, захищений від вітру. На ніч або в

---

---

негоду їх знову заносять у сарай. Залежно від погодних умов, сорту і строків збирання тютюну сонячне сушіння триває 8–25 діб.

У господарствах, де не вистачає сараїв для сушіння тютюну, застосовують сонячне сушіння в так званих *касуцах*. Це нескладна споруда з кількох рядів вертикальних дерев'яних стояків, які мають верхню обв'язку з рейок. На верхні рейки щільно встановлюють засклені парникові рами у вигляді двоскатного даху. Можна використовувати також рами, обтягнуті поліетиленовою плівкою. Бічні стіни касуц обшивають дошками або закривають солом'яними чи комишитовими матами для захисту тютюну від вітру.

У несприятливу погоду або при запізненні із збиранням тютюну проводять штучне сушіння в сушарках системи Йорданського. Нанизане на шнури і навішане на рами листя тютюну завантажують у сушарку і залишають на 1–2 дні для в'ялення за температури 30–35 °С. Після в'ялення, коли листя матиме світло-жовтий колір, температуру агента сушіння підвищують до 55–60 °С. Загальна тривалість сушіння тютюну в сушарках – 2–4 доби.

Можна досушувати в сушарках також тютюн, попередньо пров'ялений у сараях. При цьому температуру агента сушіння швидко підвищують до 55 – 60 °С і сушать листя 20 – 26 год.

Висушений тютюн до обробки і реалізації доводиться зберігати деякий час у господарствах. Найчастіше його зберігають у в'язках по 4 – 5 шнурів, які називають *гаванками*. Їх підвішують до жердин або рейок у верхній частині сараю. Оптимальними для зберігання тютюну є температура повітря 15 – 20 °С, відносна вологість – 60 – 70 %.

Можна також зберігати тютюн у *буртах*, щільно складаючи гаванки на дерев'яний або солом'яний настил, піднятий над підлогою на 20 – 25 см. Висота бурта – не більше 1,5 – 1,7 м. У буртах стабільніша вологість тютюну, тому він менше перезволожується і пересихає, краще зберігається забарвлення листків, їх можна сортувати, пакувати за будь-якої погоди. Проте під час зберігання тютюну в буртах потрібно контролювати температуру і в разі виявлення ознак самозігрівання негайно розібрати бурт, провітрити, а тютюн перекласти на нове місце.

Тютюн *сортують* для надання йому товарного вигляду. Перед цим його трохи *зволожують* (відволожують) до стану, за якого не буде втрат внаслідок подрібнення сухих листків. Досягають цього, відкриваючи двері і вікна на ніч, а якщо тютюн знаходиться на рамах, то їх виносять за межі складу. Вологість листків має становити не більше 16 – 18 %.

Сортують листки тютюну за ознаками, передбаченими стандартом. Є кілька способів сортування тютюну: сортування для шнурового, стосового та папушованого тюкування, обробка тютюну «вгладь» та ін.

Під час сортування тютюну для *шнурового тюкування* листки на шнури переглядають і видаляють ті, що не відповідають товарному сорту основної маси тютюну на шнури. Залишені на шнури листки одного сорту зсувають впритул, шнур ріжуть на частини, які укладають для пресування, а потім тюкують.

---

---

Досить поширений спосіб обробки тютюну в *стос*. Листки знімають із шнурів, кожен листок розправляють, визначають його товарний сорт і складають за сортами в пачки (стоси). Під час складання стежать за тим, щоб черешки і середні жилки листків збігалися. У пачку вкладають 18 – 25 листків одного розміру, однорідних за кольором, ломкою та іншими ознаками.

*Пакують* тютюн у спеціальні дерев'яні ящики (форми) без дна і кришки, з розсувними стінками в ширину. Розміри форм такі: внутрішня довжина – 80 см, висота – 53 і ширина – від 20 до 75 см. Перед початком тюкування під ящик з двох боків кладуть по його ширині дерев'яні бруски або тюкувальні палички, які зв'язують у двох–трьох місцях шпагатом. Після цього в ящик вкладають пачки (стоси) тютюну з таким розрахунком, щоб пластинки листків перекривали одна одну на 1/3 або на 1/2 довжини, а черешки були спрямовані в протилежний бік. Спочатку викладають дно ящика, потім за особливою системою укладають основні ряди, формують кути тюка і вкладають верхній ряд (“верхню сорочку”). Після закінчення формування тюка зверху кладуть пресувальну дошку і знімають ящик.

Після зняття пресувальної дошки зверху тюка кладуть три палички паралельно нижнім і рівномірно зв'язують шпагатом. По висоті тюка кладуть 12 – 14 рядів пачок (стосів) тютюну. Вологість тютюну в тюках 17 – 18 % (рис. 46).



**Рис. 46.** Зберігання тютюну

Тютюново-ферментативні заводи приймають від господарств також тютюн у вигляді пухкої маси з подальшою переробкою його *методом тонга*. При цьому немає потреби укладати листки у пачки, як під час обробки в *стос*, з подальшим формуванням з них тюка. Вирівняні листки укладають у прес-форму і пресують у кипи. У кожній кипі середня за сортовим складом маса тютюну. Цим способом можна формувати кипи постійних об'єму і маси.

Завершується післязбиральна обробка тютюнової сировини ферментацією, в результаті якої значно поліпшується її якість. Листки набувають рівномірного забарвлення, знижується їх здатність поглинати водяну пару, підвищується ароматичність, поліпшуються горючість і смак

---

---

сировини, стійкість проти плісені, придатність для довготермінового зберігання.

Під час *ферментації* частина складних органічних речовин розкладається на більш прості, відбувається більш глибоке їх розщеплення з утворенням вуглекислого газу, аміаку й води. Розкладаються розчинні вуглеводні, майже повністю зникає сахароза, при цьому втрати сухих речовин становлять 5 – 10 %.

Ферментацію тютюну проводять *сезонним* або *позасезонним* (штучним) способом. За першого способу процес ферментації повністю залежить від погодних умов (вологості, температури повітря) і краще відбувається навесні. Позасезонну ферментацію тютюнової сировини проводять на спеціалізованих заводах, обладнаних камерами й апаратурою, що дають змогу створювати оптимальні для ферментації умови.

Наукою і практикою доведено, що ферменти (оксидаза, каталаза, інвертаза та ін.) особливо активні за температури 45 – 50 °С. Враховуючи це, на заводах ферментацію проводять в умовах температури 50 °С.

Партію тютюну, завантажену в камеру, нагрівають до 50 °С і одночасно підсушують за пониженої вологості повітря (50 – 60 %). Далі ферментація тютюну нормальної якості відбувається за відносної вологості повітря 60–65 %. Тютюн з пониженою вологістю і перезрілий ферментують за відносної вологості повітря 70–75 %. Загальна тривалість ферментації в умовах температури 50 °С становить 12–14 днів.

Нині застосовують *безперервний процес ферментації* тютюну на спеціальних установках як в пухкому шарі, так і звичайних тюках та кіпах. Ознакою закінчення ферментації є поява запаху свіжоспеченого хліба. Листки із зелених стають жовто-коричневими.

*Махорку* вирощують не тільки для виробництва тютюнових виробів, а її використовують у виробництві хімічних препаратів. У її листі міститься 3–4 % нікотину та 6–8 % лимонної кислоти. З 1 т махорки можна мати 40 кг нікотину, 40–50 кг лимонної, 4–6 кг яблучної та 1–2 кг фумарової кислот.

Махорку збирають цілими рослинами. Технічна сплість їх, залежно від умов вирощування, настає неодноразово. Тому їх збирають вибірково, у міру дозрівання окремих груп рослин. За 2 – 3 дні до збирання проводять останнє пасинкування рослин і пластування стебел на корені. Цей захід сприяє накопиченню в листках нікотину та лимонної кислоти, а також прискорює пров'ялювання рослин після збирання. Зрубують (зрізують) рослини біля самої землі.

Наступна обробка махорки передбачає в'ялення, сушіння, досушування в паках і сортування.

*В'ялять* махорку в сараях, де її складають у купи (“шари”) завширшки в дві рослини листям усередину до 70 см у висоту довільної довжини. Краще відбувається в'ялення за температури в купах 30–35 °С. Підвищення температури всередині куп більше 40 °С і несвоєчасне їх розбирання можуть призвести до псування сировини, потемніння листків і “запарювання” махорки. За оптимальних умов пров'ялювання закінчується за 20 – 24 год. За

---

---

більш тривалого в'ялення у рослинах зменшується кількість нікотину й погіршуються палильні властивості махорки.

*Сушать* махорку в спеціальних сушильних сараях або під навісами, підвішуючи гірляндами на глицях, парними пучками та ін.

*Глиці* – це загострені дерев'яні прутки (лозини) завдовжки 125 см і завтовшки 2,0 – 2,5 см. На одну глицю нанизують 10 – 15 великих або 20 – 25 дрібних рослин. Нанизані глиці або пов'язані у пучки рослини махорки вішають на жердини. Завершують сушіння коли середня вологості сировини становить 40 % (вологість листя близько 30 %, стебел – 45 %). Зовнішні ознаки закінчення сушіння такі: черешки листків під час згинання зморщуються, але не ламаються; листки легко кришаться, темнішають; колір черешка і бадилля із зеленого стає сіро-зеленим.

Висушену махоркукладають у кипи завширшки і заввишки 2 – 3 м. За підвищення температури в кипах до 40 °С сировину треба охолодити, перекладаючи рослини. У кипах махорку витримують 8 – 10 днів, а потім сортують. Розсортвану махорку зв'язують її ж стеблами в пучки масою 2 – 8 кг листям в один бік і відправляють на реалізацію.

*Ферментацію* махорки проводять переважно сезонним способом. Для цього її кладуть у штабелі (бунти) на складах, де вона зберігається в природних умовах (температура повітря 15–20 °С, відносна вологість 75–80 %). Штабелі мають ширину 2–3 м, висоту 1,5–3 м залежно від товарного сорту та вологості. За вологості 35 % в теплу погоду процес ферментації відбувається інтенсивно.

Через 2 – 3 дні, коли температура в штабелі підвищиться до 45 –50 °С, сировину перекладають. За сприятливих умов погоди і нормальної якості сировини ферментація махорки закінчується за 15 – 25 днів.

У процесі післязбиральної обробки махорки (в'яленні) вміст нікотину і лимонної кислоти в ній зменшується. Через це сировину, призначену для виробництва нікотину і лимонної кислоти, не пров'ялюють, а зразу сушать у спеціальних сараях.

Для виробництва хімічних препаратів заготовлюють нікотинове листя за спеціальною технологією.

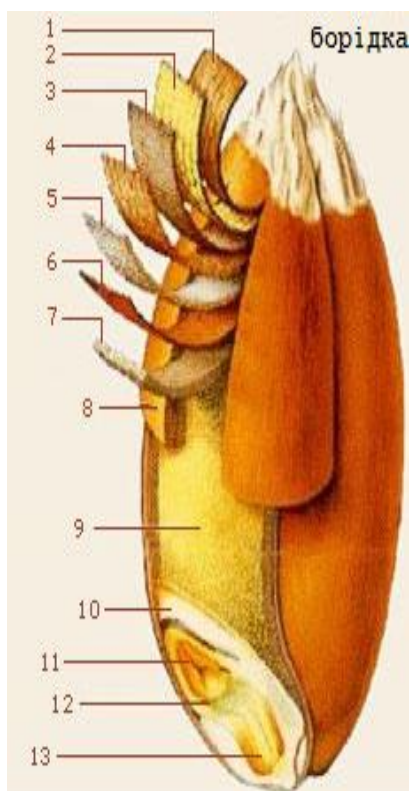
### ***Запитання для самоконтролю***

1. Охарактеризуйте найпоширеніші сорти тютюну.
2. У чому полягає технологія збирання тютюну?
3. Які операції та режими включає післязбиральна доробка тютюну?
4. Які є способи й режими сушіння тютюну?
5. Які техніка та режими зберігання тютюну?
6. Які Ви знаєте способи сортування та пакування тютюну?
7. Для чого і як проводять ферментацію тютюну?
8. У чому полягають особливості збирання та обробки махорки?

---

---

## ДОДАТКИ



**Рис. 1. Розріз зерна пшениці:**

- 1, 2, 3 – плодові оболонки; 4, 5, 6 – насінневі оболонки; 7 – алейроновий шар;  
8 – шари клітин плодової оболонки; 9 – ендосперм; 10 – щиток;  
11, 12, 13 – зародок із брунькою, осьовою частиною та корінчиком*

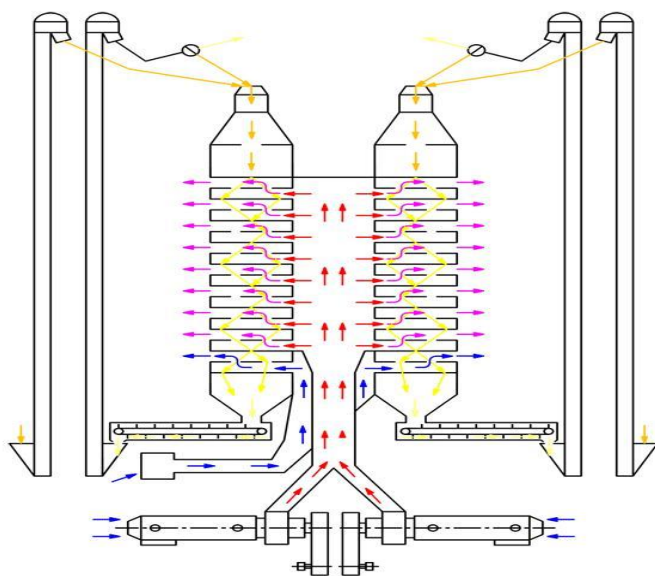


Рис. 2. Технологічна схема шахтної зерносушарки



Рис. 3. Загальний вигляд елеватора



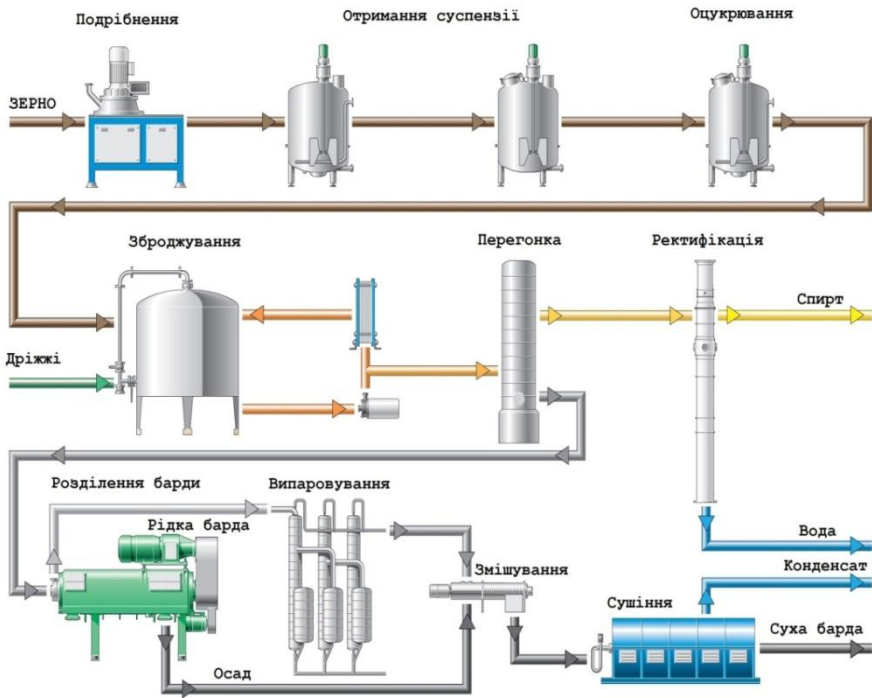


Рис. 4. Основні технологічні етапи виробництва етанолу

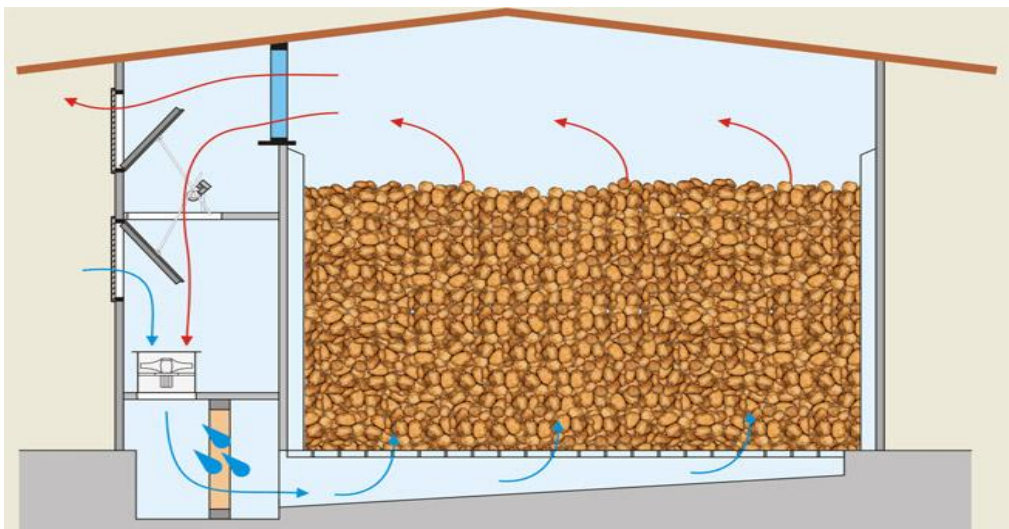


Рис. 5. Активна система вентилявання



**Рис. 6.** Збирання моркви машинами брального типу



**Рис. 7.** Хвороби капусти:

*а – сіра гниль, б – ризоктоніоз, в – слизистий бактеріоз, г – фомоз*



**Рис. 8.** Збір та пакування яблук



**Рис. 9.** Загальний вигляд картоплесортувального пункту Sirma M-616



**Рис. 10.** Ваги Парова



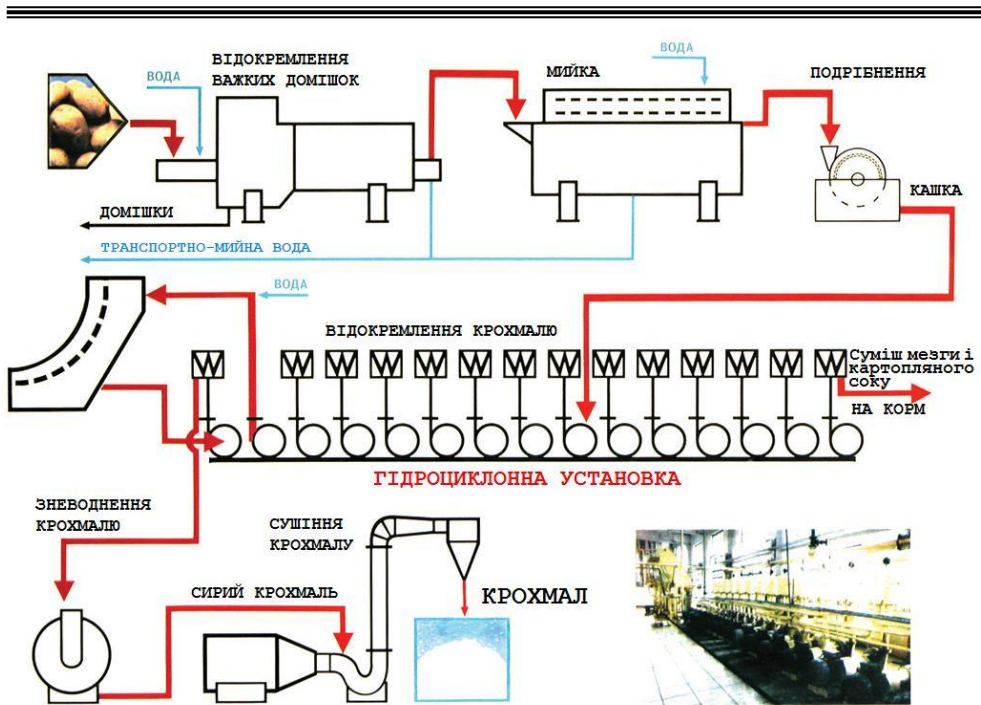


Рис. 11. Типова технологічна схема отримання крохмалю



Рис. 12. Формування кагата цукрових буряків



**Рис. 13. Установки для активного вентилявання буряків цукрових**



**Рис. 14. Переробка трести льону-довгунцю на м'яльно-тіпальному агрегаті "Van dommele"**





**Рис. 15. Сушіння шишок хмелю**



**Рис. 16. Сушіння тютюну**

---

---

## СПИСОК РЕКОМЕНДОВАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Анатазевич В. И. Сушка зерна. – М. : Агропромиздат, 1989. – 240 с.
2. Богомоллов О. В., Верешко Н. В., Сафронова О. С. та ін. Зберігання та переробка сільськогосподарської продукції. – Х. : Еспада, 2008. – 544 с.
3. Бутковский В. А. Мукомольное производство. – М. : Агропромиздат, 1990. – 327 с.
4. Довідник по зберіганню картоплі та овочів / С. Ф. Поліщук, Б. П. Іванкін, Б. П. Федорець та ін. – К. : Урожай, 1986. – 362 с.
5. Дьяченко В. С. Хранение картофеля, овощей и плодов. – М. : Агропромиздат, 1987. – 273 с.
6. Зберігання і технологія сільськогосподарських продуктів / Б. В. Лесик, Л. О. Трисвятський, В. Л. Снежко та ін. – К. : Головне вид-во ВО “Вища школа”, 1980. – 338 с.
7. Казаков Е. Д., Кретович В. Л. Биохимия зерна и продуктов его переработки. – М. : Колос, 1980. – 489 с.
8. Колтунов В. А. Технологія зберігання продовольчих товарів: підручник. – К. : Київ. нац. торг.-екон. ун-т, 2003. – 538 с.
9. Коробкина З. В. Прогрессивные методы хранения плодов и овощей. – К. : Урожай, 1989. – 168 с.
10. Мельник Б. Е., Лебедев В. А., Винников В. А. Технология приемки, хранения и переработки зерна. – М. : Агропромиздат, 1990. – 366 с.
11. Наместников А. Ф. Консервирование плодов и овощей в колхозах и совхозах. – М. : Россельхозиздат, 1983. – 189 с.
12. Осокіна Н.М., Гайдай. Г.С. Технологія зберігання і переробки продукції рослинництва : підручник. – Умань, 2005. – 614 с.
13. Жемела Г.П., Шеманьов В.І., Олексюк О.М. Технологія зберігання і переробки продукції рослинництва : підручник. – Полтава, 2003. – 420 с.
14. Подпратов Г.І., Скалецька Л.Ф., Сеньков А.М. Зберігання і переробка продукції рослинництва. – К. : Центр інформаційних технологій, 2010. – 495 с.
15. Подпратов Г. І., Скалецька Л. Ф. Технологія виробництва борошна, крупи та олії. – К. : Вид-во НАУ, 2000. – 202 с.
16. Подпратов Г. І., Войцехівський В. І., Мацейко Л. М., Рожко В. І. Основи стандартизації, управління якістю та сертифікація продукції рослинництва. – Луцьк : Терен, 2011. – 752 с.
17. Подпратов Г.І., Скалецька Л.Ф., Сеньков А.М. Технологія зберігання і переробки продукції рослинництва : практикум. –К. : Вища освіта, 2004. – 271 с.
18. Рибак Г. М., Блашкіна О. А., Литовченко О. М. Довідник по переробці плодів та ягід, винограду. – К. : Урожай, 1990. – 235 с.
19. Скалецька Л. Ф., Духовська Т. М., Сеньков А. М. Технологія зберігання і переробки продукції рослинництва : практикум. – К. : Вища шк., 1994.

- 
- 
20. Технологія зберігання і переробки сільськогосподарської продукції / А. Я. Маньковський, Л. Ф. Скалецька, Г. І. Подпрятков та ін. – К. : ВКП “Аспект”, 1999. – 286 с.
  21. Трисвятский Л. А. Хранение зерна. – М. : Агропромиздат, 1986. – 399 с.
  22. Трисвятский Л. А., Лесик Б. В., Курдина В. А. Хранение и технология сельскохозяйственных продуктов. – М. : Колос, 1991. – 414 с.
  23. Флауменбаум Б. Л. Технологія консервування плодів, овочів, м’яса і риби. – К. : Вища школа, 1995. – 300 с.
  24. Широков Е. П., Полегаев В. И. Технология хранения и переработки плодов и овощей. – М. : Агропромиздат, 1989. – 302 с.
  25. Шеманьов В. І., Лазарева О. М., Грекова Н. В. та ін. Овочівництво. – Дніпропетровськ, 2001. – 387 с.



---

---

**Навчальне видання**

**Г.І. ПОДПРЯТОВ, В.І. РОЖКО, Л.Ф. СКАЛЕЦЬКА**

***ТЕХНОЛОГІЯ ЗБЕРІГАННЯ  
ТА ПЕРЕРОБКИ ПРОДУКЦІЇ  
РОСЛИННИЦТВА***

Навчальний посібник

*Українською мовою*

Редактор *Н. Цибенко, С. Світельська*  
Комп'ютерна верстка *Г. Шома*  
Дизайнер *М. Цендревич*

Підписано до друку 16.10.2014 р.  
Умов. друк. арк. 17.9  
Наклад 800 прим. Зам. № 147

Видавництво “Аграрна освіта”  
Технікумівська, 1, смт Немішаєве  
Бородянського Київської  
т/ф (04577) 41-2-69

Свідоцтво про внесення до Державного реєстру  
суб'єкта видавничої справи ДК № 1310